

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**COMUNIDAD DE METAZOOS PARÁSITOS DEL
“PEJEGALLO”, *Callorhynchus callorhynchus* LINNAEUS
1758 (CHIMAERIFORMES: CALLORHINCHIDAE)
PROCEDENTES DE LA PESCA ARTESANAL DE SAN
ANDRÉS, PISCO, ICA, PERÚ**

BACH. CATHERINE REY CLARKE

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Biología

Asesor de la tesis: PhD. José Alberto Iannacone Oliver

Lima, Perú

2021

*A mi abuelo **Robert Clarke** †,
quien desde las profundidades del Océano Pacífico
me inspira a continuar en este viaje llamado “vida”.*

*A mi profesor **David Talledo** †,
quien siempre me alentó
a emprender nuevos viajes a favor de mi carrera.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al **LEBA**, por ofrecerme sus instalaciones y equipos para ejecutar la presente investigación, al **PhD. José Alberto Iannacone Oliver**, asesor de tesis, por su confianza y por sus puntuales correcciones y al **Blgo. Lic. David Minaya Angoma**, por su buena disposición.

De igual manera al **PhD. Adrián Felipe Gonzáles Acosta**, por alentarme a seguir investigando los peces, al **PhD. Oscar Méndez**, por contagiarme su motivación e interés en los parásitos que afectan a los elasmobranquios y al **Mg. Luis Angel Ñacari Enciso**, por brindarme amablemente artículos científicos para el enriquecimiento de la presente tesis.

Agradezco a mi alma mater, la **Universidad Ricardo Palma**, por haberme brindado tantas enseñanzas, al **Blgo. César Jorge Taboada**, por su constante apoyo, a mi abuela, la **Blga. Obla Paliza Vda. de Clarke**, por sus observaciones científicas y a mis padres, **Suyana Clarke Paliza, Julio Rey Ramos y Carlos Ayllón Monge** por su infinita paciencia. Y a **Javier Valencia**, por mantenerse a mi lado.

Reconozco y valoro a los pescadores artesanales y vendedores minoristas, **Wilkins Poves “varón”, German Avalos “el piojo”, María del Pilar Saldaña “Moza”** por la venta de la colección de muestras y al director de ASPADSA, Asociación de Pescadores Artesanales de San Andrés, **Manuel Barrientos**, por compartir sus conocimientos y consejos.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	12
2. ABSTRACT.....	13
3. INTRODUCCIÓN.....	14
4. PLANTEAMIENTO	DEL
PROBLEMA.....	15
5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
6. OBJETIVOS.....	18
6.1. Objetivo general.....	18
6.2. Objetivos específicos.....	18
7. MARCO TEÓRICO.....	18
7.1. Taxonomía.....	18
7.2. Distribución geográfica.....	19
7.3. Descripción del <i>Callorhinchus callorynchus</i>	20
7.4. Batimetría.....	21
7.5. Dieta.....	22
7.6. Reproducción.....	22
7.7. Ictioparásitos.....	23
7.7.1. Cestodos.....	23
7.7.2. Monogeneos.....	24
7.8. Índices ecológico-parasitarios.....	24
7.9. Desembarcadero Pesquero Artesanal de San Andrés.....	26
7.10. Área de pesca de los <i>Callorhinchus callorynchus</i> y arte de pesca.....	27
8. ANTECEDENTES	28

Tabla 1. Operalización de variables.....	34
Tabla 2. Resumen de registros parásitos actualizado en <i>Callorhinchus callorynchus</i> en América del Sur.....	39
Tabla 3. Sitio de infección, prevalencia, (%) abundancia media, intensidad media, error estándar y tipo de estrategia de los metazoos parásitos en <i>Callorhinchus callorynchus</i> procedentes del la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.	49
Tabla 4. Valores del índice de discrepancia de Poulin de los metazoos parásitos más prevalentes encontrados en los especímenes de <i>Callorhinchus callorynchus</i> procedentes de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.	50
Tabla 5. Valores de coeficientes de correlación (r) empleados para evaluar la relación entre la longitud total (LT) de <i>Callorhinchus callorynchus</i> vs. la prevalencia (P%), abundancia media (AM) y la intensidad media (IM) de los metazoos parásitos más prevalentes.....	51
Tabla 6. Prueba de chi-cuadrado (χ^2) para evaluar la relación entre el sexo de <i>Callorhinchus callorynchus</i> vs. la prevalencia de la infección de los metazoos parásitos.....	51
Tabla 7. Valores de comparación de la Abundancia media e Intensidad media de los parásitos metazoos en relación al sexo del pejegallo <i>Callorhinchus callorynchus</i> procedentes de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.	52
Tabla 8. Índices de diversidad alfa parasitario según componente comunitario y	

sexo de <i>Callorhinchus callorynchus</i> procedentes de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú	53
---	----

17. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar de <i>Callorhinchus callorynchus</i> procedente del Desembarcadero Pesquero Artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.....	20
Figura 2. <i>Callorhinchus callorynchus</i> , “pejegallo” macho	21
Figura 3. <i>Callorhinchus callorynchus</i> , “pejegallo” hembra.....	21
Figura 4. Ubicación geográfica del Desembarcadero Pesquero Artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.....	26
Figura 5. Mapa modificado de la delimitación de la Reserva Nacional de Paracas. Zona de pesca (Bahía de Paracas y Bahía Independencia) de donde proviene la pesca de pejegallo <i>Callorhinchus callorynchus</i> en el Desembarcadero Artesanal de San Andrés.....	28
Figura 6. Esquema de <i>Callorhinchus callorynchus</i> indicando la zona de infección y los parásitos encontrados. Metazoos parásitos agrupados en sitios de infección. (M= monogenea); (C= copepoda); (CE = cestoda); (CL=clitellata) y (N=nematoda).....	41

Figura 7. <i>Gyrocotyle rugosa</i> . A. Región anterior, vista ventral. B. Región posterior del cuerpo, pedúnculo con roseta, vista ventral. C. Genitalia femenina. D. Huevo liberado con microganchos. E. Huevos en el útero. a. acetábulo, de. ducto eyaculador, gs. glándula de Shell, o. ovario, p. pedúnculo, r. roseta, rs. receptáculo seminal, su, saco uterino, u. útero, v. vagina.....	42
Figura 8. <i>Callorhynchocotyle callorhynchi</i> . Espécimen completo.....	43
Figura 9. <i>Callorhynchocotyle callorhynchi</i> A. Región anterior, vista ventral. B. Genitalia en la región media. C. ventosas musculares con clamps. D. Extremo terminal del pedúnculo con presencia de dos micro ganchos larvales. E. Huevos filamentosos en el útero. c. cirro, dv. ducto vitelogeno, gv. glándulas vitelógenas, o. ovario, pvs. porción distal de la vaginal, rs, receptáculo seminal, t. testículos, vo. ventosa oral.....	44
Figura 10. <i>Callorhynchicola branchalis</i> A. espécimen completo, B. Prohaptor con 8 pinza dispuestas alternativamente con 3 escleritas.....	45
Figura 11. <i>Prokroyeria meridionalis</i>	46
Figura 12. <i>Branchellion lobata</i>	47
Figura 13. Anisakidae gen. sp. no. identi.....	48

Figura 14. Dendrograma de similaridad cuantitativo en base al índice de Morisita-Horn para los parásitos metazoos del pejegallo *Callorhinchus callorhynchus* procedentes de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú. G= *Gyrocotyle rugosa*, C= *Callorhynchocotyle callorhynchi*, CB= *Callorhynchicola branchialis*, P= *Prokroyeria meridionalis*, A=Anisakidae gen. sp. no identificada, B= *Branchellion*

lobata..... 54

18. ANEXOS

Constancia de repositorio en Colección del
LEBA.....72

RESUMEN

En el Perú, en los últimos años se han incrementado las evaluaciones de los aspectos ecológicos de la fauna parasitaria en peces óseos marinos. Sin embargo, no se tiene una extensa lista de investigaciones en ecología parasitaria de peces cartilagosos. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la comunidad de metazoos parásitos del pejegallo *Callorhinchus callorynchus* (Linnaeus, 1758) (Chimaeriformes: Callorhinchidae) procedentes de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú. Se colectaron 31 especímenes de *C. callorynchus* entre junio del 2018 y octubre del 2019. Tras realizar la necropsia convencional se obtuvieron seis especies de parásitos: *Gyrocotyle rugosa* Diesing, 1850 (Cestoda), *Callorhynchocotyle callorhynchi* Manter, 1955 (Monogenea), *Callorhynchicola branchialis* Brinkmann, 1952 (Monogenea), *Branchellion lobata* Moore, 1952 (Hirudinea), *Prokroyeria meridionalis* Ramírez, 1975 (Copepoda) y Anisakidae gen. sp. no identificado (Nematoda). El céstodo *G. rugosa*, fue el de mayor prevalencia (77,42%), seguido por el monogeneo *C. callorhynchi* (54,84%) y finalmente el copépodo *P. meridionalis* (16,13%). Se determinaron los índices de dispersión de metazoos parásitos más prevalentes, presentando el *C. callorhynchi* y *P. meridionalis* una distribución agregada. Así mismo, se evaluó la correlación entre la longitud total y el sexo de *C. callorynchus* respecto a los índices parasitológicos y no se encontró ninguna asociación. Se observó infección parasitaria desde los ejemplares más pequeños (33,1 cm) hasta los de mayor tamaño (84 cm), lo cual mostró que probablemente esta afección ocurre desde etapas tempranas de vida del pez. El presente estudio constituye el primer registro geográfico en Perú de *G. rugosa*, *C. callorhynchi*, *B. lobata*, *P. meridionalis* y Anisakidae gen. sp. no identificada en el pejegallo.

Palabras clave: *Callorhinchus callorynchus*, holocefalo, ictioparasitología, pejegallo, Pisco.

ABSTRACT

During the last years in Peru, the quantitative evaluation of ecological aspects of parasites in bone fish has increased. However, there is not much information on parasites in cartilaginous fish. The aim of the present study was to determinate the metazoan parasites community in cockfish *Callorhynchus callorhynchus* (Linnaeus, 1758) (Chimaeriformes: Callorhynchidae) from the artisanal fisheries from San Andres, Pisco, Ica, Peru. Thirty-one specimens of *C. callorhynchus* were collected between June 2018 to October 2019, where six parasite species were found *Gyrocotyle rugosa* Diesing, 1850 (Cestoda), *Callorhynchocotyle callorhynchi* Manter, 1955 (Monogenea), *Callorhynchicola branchialis*, Brinkmann, 1951 (Monogenea), *Branchellion lobata* Moore, 1952 (Hirudinea), *Prokroyeria meridionalis*, Ramírez, 1975 (Copepoda) and Anisakidae gen. sp. unidentified (Nematoda). The largest prevalence was for the cestoda, *Gyrocotyle rugosa* (77.42%) followed by the monogenean *C. callorhynchi* (54.84%), and finally the copepod *P. meridionalis* (16.13%). Likewise, index of dispersion of the most prevalent metazoan parasites were estimated, showing the *C. callorhynchi* and *P. meridionalis* an aggregate distribution. Correlation between total length and sex of *C. callorhynchus* regarding the parasitological indices showed no association. Parasitic infection was observed from the largest to the smallest specimens (33.1-84 cm), which shows that this infection starts at early stages of life. The present study established the first geographic record in Peru of *Gyrocotyle rugosa*, *C. callorhynchi*, *B. lobata*, *P. meridionalis* and Anisakidae found in cockfish.

Keywords: *Callorhynchus callorhynchus*, cockfish, holocephali, ictioparasitology, Pisco.

INTRODUCCIÓN

La familia Callorhynchidae, comprende un solo género con tres especies: *Callorhynchus capensis*, *Callorhynchus milii* y *Callorhynchus callorhynchus* Linnaeus, 1758, que se distingue por tener el hocico prolongado en una especie de trompa terminando en una lámina que cuelga por delante de la boca, y que tal vez, por recordar lejanamente a las “barbillas” de un gallo, ha recibido el nombre vulgar de “peje-gallo”, Se caracteriza, además, por sus grandes aletas pectorales, y por su cuerpo lateralmente comprimido y liso que se va adelgazando progresivamente hacia atrás (Figura 1).

Las quimeras son parasitadas por cestodos en la válvula espiral y el estómago, los cuales son específicos para dicha especie. El género *Gyrocotyle* Diesing, 1850, se señala que corresponderían a parásitos cestodarios restringidos únicamente a peces holocefalos (Karlsbakk et al., 2002). Ellos son un grupo pequeño de platelmintos con diez especies y dos géneros: *Gyrocotyle* Diesing, 1850 y *Gyrocotylodes* Fuhrmann, 1930 (Williams et al., 1987).

Los estudios sobre ictioparasitología han aumentado en diversas especies de peces comerciales en el mundo; sin embargo, respecto al *C. callorhynchus*, no ha sido el caso. En Latinoamérica, sólo Chile (Aedo et al., 2010) y Argentina (Di Giácomo et al., 1994, 1996) presentan la mayor cantidad de estudios realizados en esa especie; en comparación con Perú, donde solo figuran dos investigaciones actuales en relación a la parasitología (Luque et al., 2016; Martínez et al., 2016).

El propósito del presente trabajo recae en la cuantificación de la comunidad de metazoos parásitos del pejegallo *C. callorhynchus* (Chimaeriformes: Callorhynchidae) procedente de la pesca artesanal del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) San Andrés, Pisco, Ica, Perú.

Las limitaciones encontradas han sido básicamente la poca información acerca de la comunidad parasitaria que afecta al pejegallo, la incomodidad del transporte interprovincial (Ica-Lima, Perú) de las muestras biológicas para su adecuada identificación y análisis en un equipado laboratorio de parasitología y sobretodo la disponibilidad variable de la pesca de dicho recurso ictiológico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pesca artesanal del pejegallo en el sur del Perú se realiza por “bycatch” como fauna acompañante, teniendo como objetivo la captura de corvina, lenguado, pez guitarra, etc. El arte de pesca empleado es la red de enmalle (tipo trasmallo). (Barrientos, pers. comm. 2019). Los desembarques de peces condrictios (tiburones, rayas y quimeras) llegaron en los años 1997-98 a un máximo valor de 5,232 t/año. En 1999 hubo una disminución significativa de los desembarques (3,217 t/año) y en los años 2000-2012 fluctuaron entre 2,852 a y 4,179 t/año. (PRODUCE, 2014, D°S002-2014, pp.19-23). A diferencia de Chile (zona Centro Sur) donde la explotación del pejegallo se inició en la década de 1970's con naves artesanales alcanzando un desembarque máximo de 2,450 t en 1978 y a partir de los ochentas el recurso íctico mencionado es capturado como fauna acompañante en la pesca industrial de arrastre dirigida a la merluza común. (Aedo et al., 2010).

En Perú el pejegallo se emplea para consumo humano directo. Se consume en fresco: como ceviche, sudado, etc. (Barrientos, pers. comm. 2019). La problemática reside en que al ser una pesca incidental reducida hay poco material para llevar a cabo estudios acerca de su parasitología y otros aspectos biológicos, etc.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las quimeras tienen un rol biológico importante, ya que los pejejallos presentan una dieta que se sostiene principalmente de moluscos y crustáceos bentónicos, constituyendo un importante depredador de la fauna en mención que habita sobre la plataforma continental de la Patagonia Argentina (Di Giácomo et al., 1994)

Los parásitos como marcadores biológicos son utilizados exitosamente para la identificación de stocks, movimientos migratorios y estructura poblacional de los peces hospedadores de parásitos. El principio fundamental del uso de parásitos como marcadores biológicos es que el pez puede ser infectado solo si se encuentra dentro del área de distribución del parásito. Su empleo tiene numerosas ventajas, debido a que demandan poco esfuerzo para muestreo de peces y no se requiere de cruceros para marcar los peces, es también más económico que las encuestas y es independiente de las actividades de la pesca, a diferencia del marcaje convencional donde los recursos ícticos mueren. (MacKenzie & Abaunza, 2005).

Asimismo, el conocimiento de la diversidad parasitaria en una región geográfica puede ayudar en la gestión del manejo del ambiente y la conservación del recurso ictiológico (Poulin, 2014).

En la actualidad en Perú existe el Plan de Acción Nacional para la Conservación y Ordenamiento de Tiburones, Rayas y Especies Afines en el Perú (PAN Tiburón-Perú) y el ordenamiento de sus pesquerías (PRODUCE, 2014, DS N°002-2014,). Sin embargo, no figuran vedas, tallas mínimas de captura, limitaciones acerca de la actividad pesquera de un área particular respecto al recurso del pejejallo. A diferencia de otros países como Chile, donde existen seis medidas de regulación sobre la actividad extractiva, dos de las cuales hacen referencia al aparejo de pesca empleado para la captura y las otras cuatro

indican limitaciones tanto en el desembarque como en la extracción del pejegallo en calidad de fauna acompañante de un área en particular (Aedo et al., 2010).

El pejegallo, *C. callorhynchus*, presenta una importancia económica en la pesquería artesanal de la localidad de San Andrés, Pisco, Ica, debido a que su comercialización y consumo humano es casi constante. Por ende, la presente investigación sobre ictioparasitología, contribuirá al conocimiento de su biología y ecología que afecta la salud del pez.

Actualmente el estado de conservación del *C. callorhynchus* se cataloga como Vulnerable (UICN 3,1) (Dagit et al., 2007). No obstante, la conservación de la especie por medio de la investigación y la divulgación científica a personas del rubro y al público en general siempre es necesaria y meritoria.

En el Perú, en los últimos años se han incrementado las evaluaciones de los aspectos ecológicos cuantitativos de la fauna parasitaria en peces óseos marinos, sin embargo se resalta la necesidad de investigar acerca de la ictio parasitología de los pejegallos, ya que solo figuran un par trabajos (Tantaleán & Huiza 1994; Luque & Iannacone, 1991b; Luque et al., 2016; Martínez et al., 2016); no obstante en Chile y Argentina presentan mayor cantidad de artículos acerca de la dieta, crecimiento, reproducción y distribución (Di Giácomo et al., 1994, 1996; López et al., 2000).

Este trabajo representa el primer análisis cuantitativo extenso sobre las poblaciones parasitarias en el pejegallo, *C. callorhynchus*, ya que emplea una cantidad superior de especímenes, así como también presentan índices parasitológicos en contraste a otros estudios realizados por otros autores en Chorrillos, Lima, Perú (Tantaleán & Huiza et al., 1994; Luque & Iannacone 1991b; Tantaleán 1991; Luque, et al., 2016; Martínez et al., 2016)

OBJETIVOS

Objetivo general

- Caracterizar la comunidad de metazoos parásitos del “pejegallo” *C. callorynchus* procedente de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.

Objetivos específicos

- Calcular los índices de infección parasitarias en *C. callorynchus* como prevalencia (PREV), intensidad media (IM) y abundancia media (AM).
- Analizar el tipo de distribución y el grado de agregación de las especies parásitas en *C. callorynchus*.
- Relacionar los principales índices de infección de la comunidad parasitaria con el sexo y la talla de los hospederos estudiados.

MARCO TEÓRICO

Taxonomía

La subclase Holocephali está constituida por un solo Orden, Chimaeriformes, el cual reúne a tres familias: Rhinochimaeridae, Chimaeridae y Callorhinchidae. La familia Callorhinchidae es monogénica, identificándose tres especies distribuidas únicamente en el Hemisferio Sur. *Callorhinchus capensis* Duméril, 1865 encontrándose en aguas de Sudáfrica y *Callorhinchus millii* Saint-Vicent, 1823 presente en Australia y Nueva Zelanda y por último *Callorhinchus callorynchus* Linnaeus, 1758 en Perú, Chile, Argentina y Uruguay.

Siguiendo a Stahl (1999).

Reino: Animalia

Filo Chordata

Subfilo: Vertebrata

Infrafilo: Gnathostomata

Clase: Chondrichthyes (Huxley, 1880)

Subclase: Holocephali (Bonaparte, 1832)

Orden: Chimaeriformes (Obruchev, 1953) (“quimeras”)

Familia: Callorhinchidae (Garman, 1901)

Género: *Callorhinchus* Lacepede, 1789 (ex. Gronovius, 1763)

Especie: *Callorhinchus callorynchus* (Linnaeus, 1758) (“pejegallo”, “pez ñato”)

Distribución geográfica

El pejegallo es un pez cartilaginoso de la Familia Callorhinchidae. Representantes de esta familia son los holocefalos más costeros y solo se han encontrado en el Hemisferio Sur (Swing & Beárez, 2006). En el lado del Pacífico Sureste se encuentran desde el norte del Perú hasta el Estrecho de Magallanes (Chirichigno & Cornejo, 2000), y también habita frente a la costa de Ecuador, 01° 33'S (Swing & Beárez, 2006). En el Atlántico su distribución es desde Uruguay y Argentina hasta el Canal de Beagle (López et al., 2000).

Descripción del pejegallo (Figs. 1 al 3).

El pejegallo tiene el cuerpo alargado, comprimido lateralmente, de color plateado con algunas manchas negras a los lados. La cabeza es corta con un hocico en forma de gancho. Al igual que los otros Holocephali posee una sola abertura branquial externa con un seudo opérculo carnoso a cada lado del cuerpo. Sus dientes están fusionados formando una sola placa dentaria (Aedo et al., 2010). La primera aleta dorsal está precedida de una espina eréctil tóxica. La segunda con base corta, es relativamente alta en la parte anterior. Las aletas pélvicas son pequeñas; y la aleta caudal es heterocerca con el lóbulo superior alargado que termina como un filamento (Imarpe & Japan Deep Sea Trawlers Association (JDSTA), 2009, 48 pp.). Los claspers en los machos son delgados, tubulares y no denticulados.

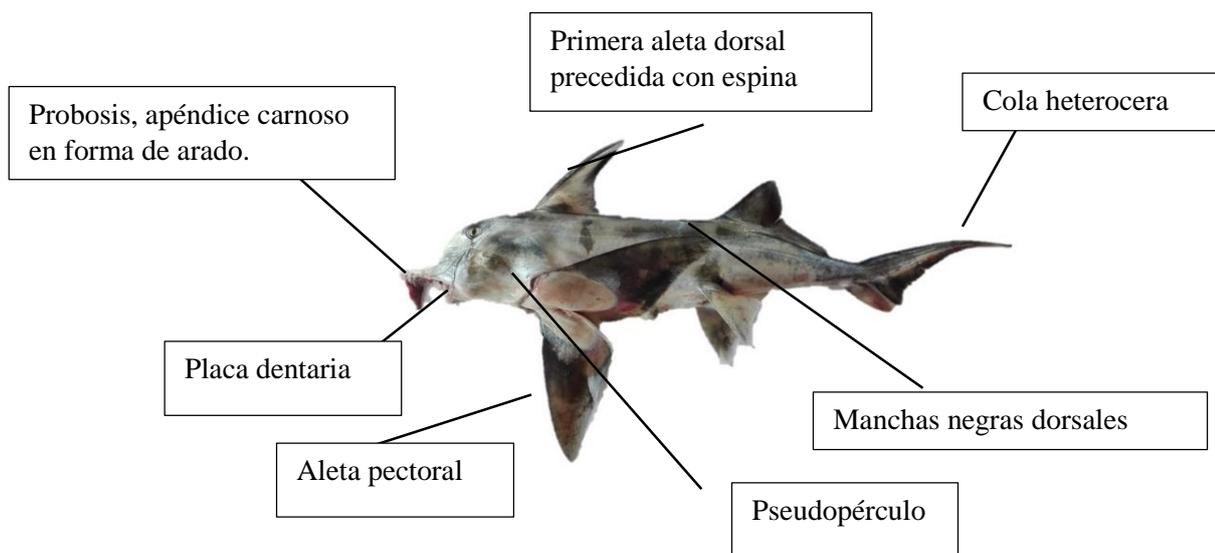


Figura 1. Ejemplar de *Callorhynchus callorhynchus* procedente del Desembarcadero Artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.

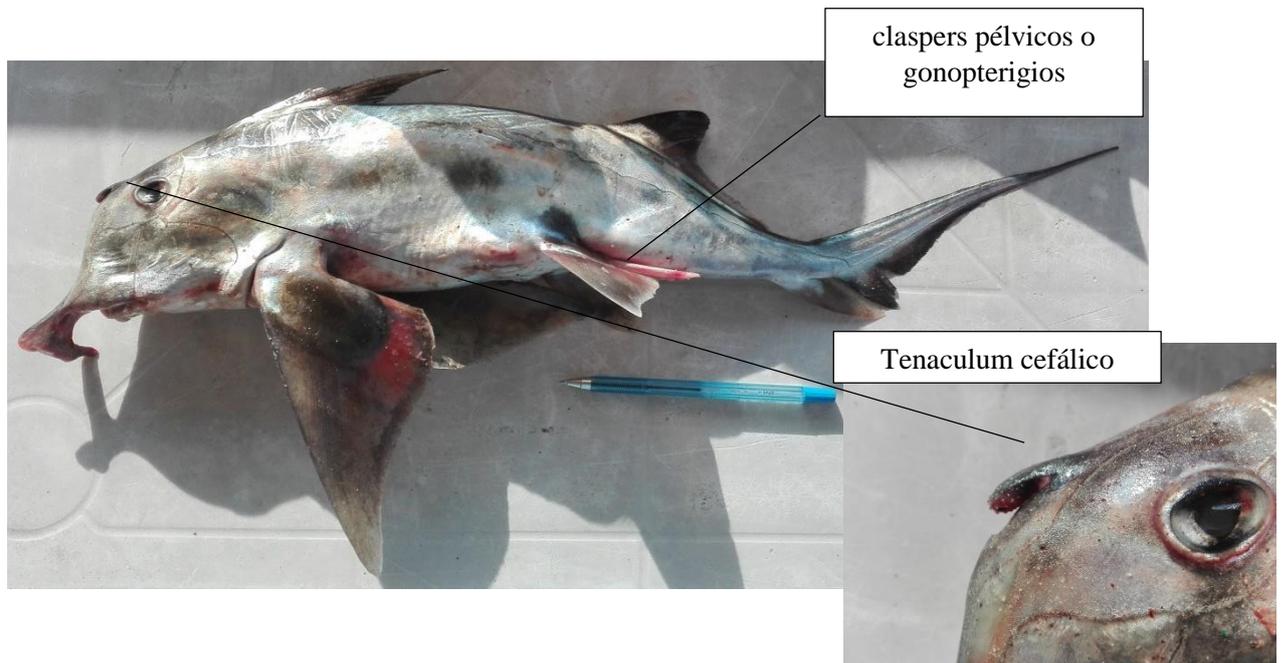


Figura 2. *Callorhynchus callorynchus*, “pejegallo” macho.



Figura 3. *Callorhynchus callorynchus*, “pejegallo” hembra.

Batimetría

En cuanto a la distribución batimétrica del pejegallo señalan que en el Pacífico la especie se encuentra entre los 30 y 135 m de profundidad sobre la plataforma continental de Chile y Perú asociado a fondos arenosos (Chirichigno & Cornejo, 2001).

En Chile informan que el pejegallo fue encontrado en la IV Región a una profundidad de 18 m. (Lamilla et al., 2005). En el Atlántico Sur, en el Golfo San Matías, Argentina, el hábitat del pejegallo se encontraría a una profundidad de entre los 22 y 166 m (Di Giacomo 1992).

Dieta

Di Giácomo & Perier (1996) encontraron diferencias entre la dieta asociadas al sexo y al tamaño del pez. Los machos se alimentan principalmente de los bivalvos *Pitar rostratus* Philippi, 1844 *Aequipecter tehuelchus* d'Orbigny, 1942 y *Ennucula puelcha* d'Orbigny, 1842; además de algunos poliquetos. Para las hembras la especie predominante es *Zygochlamys patagonica* King & Broderick, 1831. De acuerdo al tamaño, la principal dieta de los pejegallos juveniles estuvo compuesta de poliquetos de cuerpo blando, bivalvos de valvas frágiles como *Pandora cistula* Gould 1850, y anfípodos.

Reproducción

El pejegallo macho alcanza la madurez sexual a 40 cm de longitud estándar. El sistema reproductivo del macho consiste en dos testículos y los epidídimos con los vasos eferentes y deferentes. Estos últimos se diferencian en dos estructuras fusiformes llamadas glándulas verdes, donde se aglutinan los espermátóforos, y una secreción gelatinosa o fluído verde. Durante la reproducción el macho deposita, por medio de los claspers, los espermátóforos en la cloaca de la hembra. (Di Giácomo & Perier, 1994)

La madurez sexual de la hembra es a 49 cm de longitud estándar y solo puede ser determinada mediante el análisis de los órganos reproductivos internos, como el número de ovocitos en los ovarios y su ubicación hasta que pasan a la glándula nidamental. A diferencia de otros elasmobranquios, ambos ovarios son funcionales (Di Giácomo, 1992). Los huevos fertilizados son extruidos en un estuche coriáceo que son puestos en golfos y bahías (Aedo et al., 2010). La cápsula del huevo es grande, 20 cm de largo x 9 cm de ancho, con la cara dorsal convexa y la ventral cóncava (Didier et al., 2012).

Ictioparásitos

Cestodos

Los cestodos comprenden la principal fauna que parasita la válvula espiral de la mayoría de los taxa de elasmobranquios, con baja presencia de nemátodos y, ocasionalmente, digéneos y acantocéfalos (Caira et al., 2012).

Los cestodos y monogeneos parecen ser los parásitos más comunes que infectan a los holocefalos. Los cestodes del Orden Gyrocotylidea son un pequeño grupo con 10 especies conocidas, donde hay dos géneros *Gyrocotyle* y *Gyrocotylodes* (Xylander & Poddubnaya, 2009).

Gyrocotyle es un ancestro evolutivo del grupo de platelmintos parásitos, así como sus hospederos, los holocefalos, pueden ser llamados “fósiles vivientes” (Kuchta et al., 2017).

Los *Gyrocotylodes* son parásitos platelmintos primitivos, tradicionalmente agrupados entre los cestodas como cestodarias, pero recientemente colocados en un taxón separado dentro de los Cercomeria. Al igual que los *Gyrocotyle* se caracterizan por la presencia de un órgano llamado roseta o funnel, la cual presenta una función de fijación en la válvula espiral del hospedero definitivo (Williams et al., 1987).

En Perú solo se ha reportado la especie *Gyrocotyle maxima* (Tantaleán & Huiza, 1994; Tantaleán, 1991), mientras que *Gyrocotyle rugosa* Diesing, 1850 fue reportada en Argentina (McDonagh, 1927) y en Chile (Fernández et al., 1986).

Monogeneos

Los monogeneos de la familia Hexabothriidae Prince, 1942 son parásitos en las branquias de los elasmobranquios. Quince géneros se reconocen actualmente como válidos, cuatro géneros de Monogenea han sido reportados de las especies nominales de chimaeriformes: *Callorhynchocotyle* Suriano & Incorvaia, 1982 (Hexabothriidae); *Callorhynchicola* Brinkmann, 1952 y *Chimaericola* Brinkmann, 1942 (Chimaericolidae); y *Calicotyle* Diesing, 1850 (Monocotylidae).

En Perú, respecto al *C. callorynchus* se han reportado dos géneros de monogeneos, *Callorhynchicola multitesticulatus* Manter, 1955 y *Callorhynchicola branchialis* Brinkmann, 1952 (Martínez et al., 2016) y *Callorhynchocotyle marplatensis* Suriano & Incorvaia, 1982 (Tantaleán & Huiza et al., 1994; Luque & Iannacone, 1991b; Luque et al., 2016).

Índices ecológico-parasitarios

“La mayoría de los modelos matemáticos que se desarrollan para macro parásitos son modelos de intensidad (las variables de interés corresponden al número de parásitos de cierto estadio en el hospedador definitivo, intermediario o vector)” (Basañez & Rodríguez, 2004).

La terminología ecológica empleada en parasitología es delicada ya que se puede malinterpretar el uso de sus términos y definiciones. Se recomienda usar los parámetros ecológicos como prevalencia, abundancia e intensidad de los parásitos (Bush et al., 1997). La infección provocada por una población de parásitos se determina basándose en lo señalado por Bautista-Hernández et al. (2015).

Prevalencia

Es el número de hospederos infectados con una especie parásita o más individuos (grupo taxonómico) dividido por el número de hospederos examinados para esas especies parásitas. Se representa por porcentaje. Es la estadística descriptiva de ausencia/presencia de parásitos en una muestra. Otras denominaciones son la intensidad de infección y la frecuencia (Bautista-Hernández et al., 2015).

Intensidad de la infección

Es el número de individuos de una especie de parásitos en particular en un solo hospedero infectado (Bush et al., 1997).

Intensidad media

“Es la intensidad promedio de una especie de parásitos entre los miembros infectados de un hospedero particular”. Es decir, es el número total de parásitos de una particular especie encontrada en una muestra dividida entre el número de hospederos infectados con ese parásito (Bush et al., 1997).

Abundancia

Es el número de individuos de una especie en un solo hospedero independientemente este o no infectado (Bush et al., 1997).

Abundancia media

“Es el número total de individuos de una especie parásita particular en una muestra de un hospedero dividido por el número total de hospederos de la especie examinada. En otras palabras, “es equivalente a la intensidad media multiplicado por la prevalencia”. “La

abundancia media junto a la varianza puede dar una indicación de la dispersión de parásitos entre los hospederos” (Bush et al., 1997).

Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) “José Olaya de San Andrés”

La provincia de Pisco cuenta con diversos Desembarcaderos Pesqueros Artesanales como Laguna Grande (ubicados en el distrito de Paracas), “José Olaya de San Andrés” (en el distrito de San Andrés) y El Chaco (distrito de Paracas) (Fig. 4). Siendo el DPA de San Andrés uno de los desembarcaderos más importantes de la provincia de Pisco ya que provee la pesca artesanal a la población local.

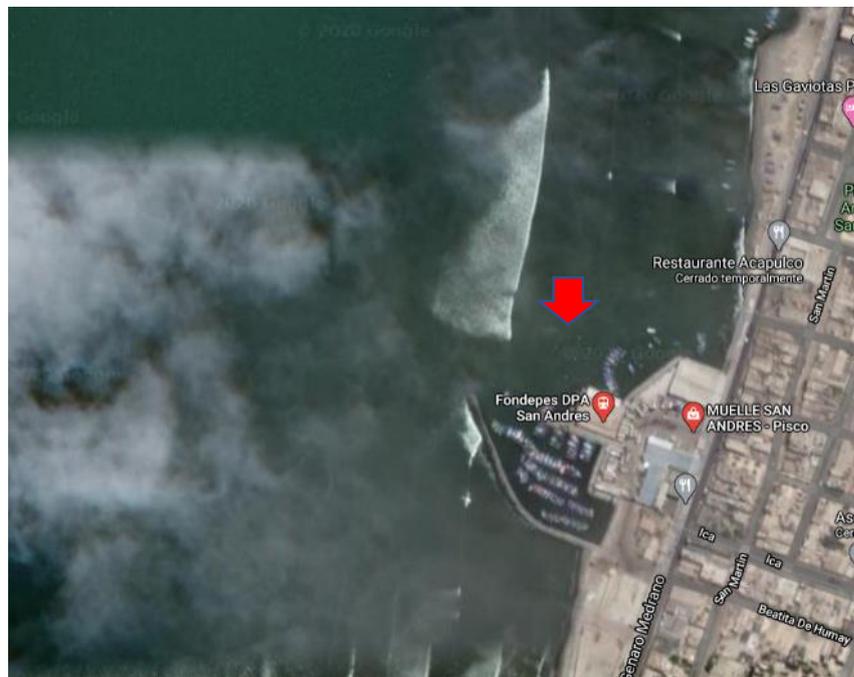


Figura 4. Ubicación geográfica del muelle de San Andrés, Pisco, Ica, también llamado Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) “José Olaya” (13°44’01” S 76°13’30” O).

Área de pesca de los *Callorhynchus callorynchus* y arte de pesca

Los peje gallos son capturados en Laguna Grande, perteneciente a la Bahía Independencia, y en Lagunillas ubicada en la Bahía de Paracas. (Barrientos, pers. comm. 2020). (Figura 5).

Laguna Grande se sitúa dentro del área nacional protegida de la Reserva Nacional de Paracas ubicada en el distrito de Paracas, departamento de Ica, Perú. Las bahías se caracterizan por sus aguas tranquilas, circulación muy lenta, temperatura estable, siendo más cálidas y de poca profundidad. Aportan muchos nutrientes y plancton. Las bahías son el principal lugar de reproducción de peces juveniles, “es la guardería perfecta”, siendo así el sustento de la pesquería artesanal y de los comensales (Hooker, pers. comm. 2020).

La pesca es con red cortina tipo trasmallo, consiste en tres redes superpuestas con apertura de malla 7”,3”,7” o de 5”,3”,5”. La profundidad que alcanza es de 10 brazadas, (1 brazada= 1,82 o 1,66 m y generalmente posee 30 m. (Barrientos, pers. comm. 2020).

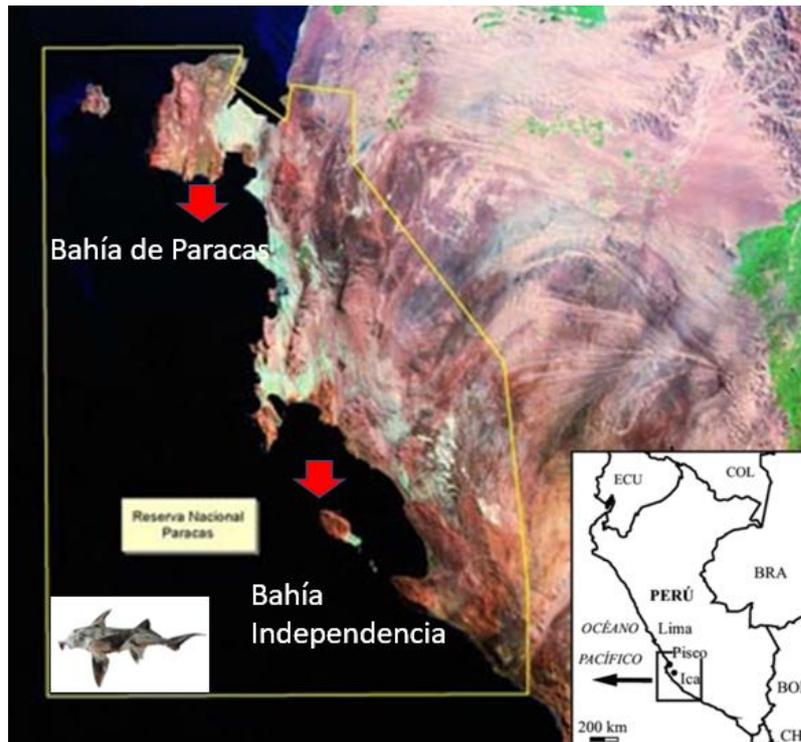


Figura 5. Mapa modificado de la delimitación de la Reserva Nacional de Paracas. Zona de pesca (Bahía de Paracas y Bahía de Independencia) de donde proviene la pesca de pejegallo *Callorhynchus callorynchus* en el Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) de San Andrés.

ANTECEDENTES

Los antecedentes a continuación se describe de manera geográfica, iniciando con artículos científicos de Japón, Sudáfrica, Argentina, Chile, Perú, México, Estados Unidos de América y Canadá.

Kitamura, et al. (2006) reportaron describieron dos nuevas especies de monogeneos pertenecientes a la familia Hexabothriidae, *Callorhynchocotyle sagamiensis* n.sp. y *Squalonchocotyle mitsukurii* n.sp. encontrados respectivamente en *Chimaera phantasma* (D.S. Jordan & Synder, 1990) y *Squalus mitsukurii* (Jordan & Snuder, 1903).

Morris et al. (2019) analizaron la parasitofauna de 259 peces elefante, *C. capensis*, proveniente de Namibia y Sudáfrica y como resultado obtuvieron cinco especies parásitas

Gyrocotyle rugosa Diesing 1850 (= *G. plana*) Linton 1924, *Callorhynchocotyle callorhynchi*, *Callorhynchicola multitesticulatus* Manter, 1955, *Anilocra capensis* Leach, 1818 y *Branchellion sp.* Savigny, 1822. La correlación de la abundancia de *C. callorhynchi* fue significativa con la longitud total, el peso y el factor de condición del pejegallo. La abundancia de *G. rugosa* tuvo relación positiva y significativa con el peso de *C. capensis*, pero no con la longitud total y el factor de condición. El sexo como determinante de la abundancia de parásitos se dio en el *G. rugosa* donde la abundancia era más significativa en machos que en hembras.

Morris et al. (2016) evaluaron las concentraciones de metales en los tejidos de *C. capensis* provenientes de Bahía Falsa y Saldanga, Sudáfrica. Demostraron la utilidad de los endoparásitos marinos como indicadores de contaminación de metales pesados. *C. capensis* tuvo la menor concentración de arsénico, antimonio y zinc. *G. rugosa* fue el único parásito que concentró arsénico, manganeso, plomo, titanio, zinc en concentraciones mayores al de su hospedero.

Bih (2012) determinó la infección parasitaria del pez comercial, *C. capensis*, proveniente de las costas sudoeste de Sudáfrica. Encontró cinco especies de parásitos provenientes de un total de 173 individuos disectados: *G. rugosa* en el estómago, dos especies de monogeneos *C. multitesticulatus* y *C. callorhynchi* en las agallas, una sanguijuela *Branchellion sp.* en la piel y un isópodo *A. capensis* en las aletas. La mayor prevalencia fue de 73% para el *G. rugosa*, seguido por *C. callorhynchi* con 20% y *C. multitesticulatus* 18%. Así como también la dieta se basó principalmente en crustáceos.

López et al. (2000) estudiaron la distribución del *C. callorhynchus* en el Atlántico Sur.

Bernasconi et al. (2015) evaluaron pejegallos procedentes del Golfo San Matías, Argentina, donde se identificaron zonas de alimentación, reproducción y crianza. Los resultados mostraron segregación espacial de tallas según la batimetría. Las zonas de reclutamiento estuvieron entre los 20 a 35 m de profundidad donde los juveniles miden en base a la longitud corporal estándar 23-41 cm. La longitud máxima es de 59 cm para machos y de 76 cm para hembras y la esperanza de vida sería de 14 años en machos y 21 en hembras.

Boeger et al. (1989) presentaron características y descripciones de las estructuras de los géneros de la familia Hexabothridae junto a sus relaciones filogenéticas.

Di Giácomo & Perier (1994) presentaron detalles de la biología reproductiva del pejegallo en aguas de la Patagonia; la época de mayor actividad reproductiva ocurre entre julio y noviembre, ocurriendo el apareamiento y el desove en primavera y a inicios del verano respectivamente. Así como también presentan un corto periodo de descanso.

Alarcón et al. (2011) determinaron la longitud estándar (SL) de los machos entre 20 y 62 cm y 21 y 70 cm para las hembras de *C. callorynchus*. La madurez sexual en machos fue de 43,7 cms y en hembras de 50.2 cm. Así como también la tasa de mortalidad fue de 0,42 a 0,82 para machos y entre 0,12 y 0,37 años para las hembras.

Aedo et al. (2010) presentaron aspectos biológicos (hábitat, batimetría, reproducción) y pesqueros (desembarques, zonas de pesca, arte de pesca, esfuerzos pesqueros) a fin de determinar el estado del pejegallo *C. callorynchus* en la región IV y X de Chile. Propusieron un plan de conservación para un sostenible aprovechamiento del recurso íctico.

Fernández et al. (1986) encontraron nueve especies de parásitos en ejemplares de *C. callorynchus* capturados frente a la VIII Región (Chile centro-sur). De éstos, seis

correspondieron a parásitos de tipo filogenético condicionados por factores históricos y zoogeográficos: *C. branchialis*, *C. callorhynchi*, *Multicalyx elegans* (Olsson, 1869) Thoney & Burreson, 1988, *G. rugosa*, *G. maxima* y *P. meridionalis*. Las otras tres especies corresponden a parásitos adquiridos ecológicamente: *Branchellion callorhynchus* Szidat, 1972, *Caligus teres* Wilson C.B., 1905 y *Meinertia* sp.

Castro et al. (1984) registraron nuevas especies del copépodo *Lepeophtheirus freuens* Castro-Romero & Baeza-Kuroki, 1984 y *Kroyerina meridionalis*, siendo este último el primer registro en *C. callorhynchus* de Chile.

Martínez et al. (2016) dieron a conocer el hallazgo de monogeneos para el pejegallo *C. callorhynchus*. Registraron dos monogeneos, *C. branchialis* en tres pejegallos provenientes del terminal de Villa María del Triunfo, Lima, Perú, siendo la zona de infección las branquias. *C. branchialis* se identificó por presentar pocos testículos (n=20) en comparación con el *C. multitesticulatus* que posee más de 120 testículos, el cuerpo está dividido en 3, la anterior en forma de hoja y cuenta con un opistohaptor de ocho pinzas.

Luque et al. (2016) presentaron una lista de verificación de los metazoos parásitos de peces en el Perú, en la que incluye a *Gyrocotyle maxima* MacDonagh, 1927 y *Callorhynchocotyle marplatensis* Suriano & Incorvaia, 1982 en *C. callorhynchus*.

Ruiz-Escobar & Oceguera (2019) describieron una nueva especie de *Branchellion* en la raya *Narcine entemedor* D.S Jordan & Starks, 1895 proveniente de las costas de Oaxaca, México. Esta especie fue distinguida por la presencia de sus 30 pares de láminas branquiales laterales y 10 pares de vesículas pulsátiles. Concluyeron que *Branchellion spindolaorum* Ruiz-Escobar & Oceguera es la cuarta especie en el Pacífico Este.

Didier et al. (2012) describieron los caracteres morfológicos, la clasificación y zoogeografía de la familia Callorhinchidae, Rhinochimaeridae y Chimaeridae, la historia de vida, pesquería y conservación de los holocefalos.

Caira et al. (2017) presentaron un inventario de los platelmintos encontrados en animales vertebrados durante el período de 2008 a 2017.

Caira et al. (2012) presentaron una lista actualizada de los parásitos encontrados en elasmobranquios.

Bautista-Hernández et al. (2015) proporcionaron términos ecológicos empleados en la parasitología a fin de estandarizar y ordenar los conceptos como infra población, infra comunidad, especies núcleos, prevalencia, abundancia, entre otros.

Deets (1986) describieron y redescubrieron cuatro especies de *Kroeyerina* Wilson, 1932 previamente conocidas. El análisis filogenético del género *Kroeyerina* se presenta como un cladograma que indica que *Kroeyerina meridionalis* Ramírez, 1975 garantiza su propio estado como género como *Prokroyeria meridionalis* (Ramírez, 1975). Siendo el único miembro de la familia Kroyeridae Kabata, 1979 que infecta a las lamelas branquiales de los holocefalos

HIPÓTESIS

Hipótesis alterna: La comunidad de metazoos parásitos de *C. callorynchus* procedente de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú presenta alta riqueza y diversidad.

Hipótesis nula: La comunidad de metazoos parásitos de *C. callorynchus* procedente de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú no presenta alta riqueza y diversidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

Las muestras fueron adquiridas del DPA de San Andrés, Provincia de Pisco, Departamento de Ica ($13^{\circ}44'01''$ S $76^{\circ}13'30''$ O), Perú. Luego los peces fueron congelados y transportados a Lima donde fueron procesados en el Laboratorio de Parasitología, Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) de la Universidad Ricardo Palma (URP), para la colecta de los metazoos parásitos. Los parásitos fueron procesados e identificados en el Museo de Historia Natural en el Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA), de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCCNM), Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV).

Depósito de material

Los especímenes representativos de las especies de metazoos parásitos colectados fueron depositados en la colección de helmintos parásitos e invertebrados afines pertenecientes a la Colección Zoológica del Museo de Historia Natural de la UNFV bajo los números o códigos: MUFV: ZOO HPIA 177 a MUFV: ZOO HPIA 182.

Análisis estadístico

Tipo y diseño de investigación

Investigación de tipo no experimental, descriptiva, correlacional y comparativa.

VARIABLES DE ESTUDIO

VARIABLES INDEPENDIENTES

El sexo, la longitud total y estándar (cm) de los peces *C. callorynchus* colectados en el DPA de San Andrés de Pischo, Ica, Perú representarán las variables independientes.

VARIABLES DEPENDIENTES

La diversidad, prevalencia, abundancia e intensidad de infección de los metazoos parásitos de *C. callorynchus*, representaran las variables dependientes (Tabla 1).

Tabla 1.

Operacionalización de las variables

Objetivos específicos	Variable	Indicador	Escala de Medida	Instrumento	Categorización de Variables
Relacionar los principales índices de infección de la comunidad parasitaria con el sexo y la talla de los hospederos estudiados.	Sexo, Longitud total (cm)	Presencia de claspers, De tenaculum cefálico y unidades de medidas. Correlación de Pearson, correlación de Spearman, la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homocedasticidad de varianzas en base a la prueba de Levene, prueba de T de Student.	Nominal Y Intervalo	Observación directa, balanza, centímetro y el paquete estadístico Quantitative Parasitology 3.0. Programa estadístico PAST (Palaeontological Statistics) ver. 134 IBM SPSS Statistics 24.	Cualitativa y cuantitativa

Colecta de hospederos

Se colectaron de manera aleatoria 31 especímenes de la especie *C. callorynchus* “peje gallo”, de los cuales 18 fueron machos y 13 hembras, obtenidos del DPA “José Olaya de San Andrés” de la provincia de Pisco, departamento de Ica, Perú (Fig. 5). Dichas especies fueron capturadas por “by catch”, por medio de redes de enmalle tipo trasmallo con apertura de malla de 7",3",7" o 5",3",5" provenientes de Laguna Grande y Lagunillas teniendo como target o como especie objetiva a pez guitarra corvina, chita, lenguado, como mencionan los pescadores (pers. comm. M. Barrientos, 2020). El periodo de recolección de la muestra fue de junio del 2018 a octubre del 2019.

Colecta de datos parasitológicos y técnicas de procesamiento

Los peces fueron congelados para su debido transporte interprovincial desde la ciudad de Pisco a Lima y se realizó la necropsia en búsqueda de parásitos en el Laboratorio de Parasitología de la URP. Se examinó exhaustivamente la piel, la cavidad bucal, agallas, estómago, corazón, válvula espiral, hígado, gónadas y bazo de los 31 ejemplares de *C. callorynchus*. Los helmintos parásitos tras ser colectados fueron conservados en alcohol etílico al 70% y fijados en formol al 4%. El procesamiento e identificación de los metazoos parásitos se llevó a cabo en el LEBA-UNFV, para lo cual los helmintos se sometieron a tinción con Carmín acético de Semichon luego fueron decolorados con alcohol ácido y deshidratados en una batería consecutiva de concentraciones ascendentes de alcohol etílico (70%, 96% y 100%), diafanizados en eugenol (aceite de clavo de olor) y finalmente montados en bálsamo de Canadá (Almeida, et al., 2006). Los copépodos se fijaron con AFA (alcohol-formol-ácido acético) para la observación de las estructuras de importancia taxonómica (Eiras et al., 2006). El

hirudíneo se fijó en alcohol etílico al 70%. Los nemátodos y copépodos fueron aclarados con lactofenol de Amann y preservados en alcohol etílico al 70%. Se empleó lactofenol debido a que no degrada el tejido y tiene una acción más rápida que la glicerina. Para las observaciones mencionadas se empleó un estereoscopio trinocular Euromex® - SB.1903.

En el caso de los cestodos se aplanaron por medio de láminas portaobjetos debido a su gran grosor a fin de que pueda colorearse de forma más completa y óptima. Además, se cortaron debido a la gran longitud del parásito ya que ocupaban mayor espacio en las láminas portaobjetos.

Clasificación y determinación de parásitos

La identificación de los parásitos cestodos se basó con los artículos científicos de Caira & Jensen (2017). Para monogeneos según claves Boeger & Kritsky (1989), Beverly-Burton et al. (1990), Beverly-Burton et al. (1993), Vaughan et al. (2012) y Poddubnaya et al. (2015). Para la clasificación de los copépodos se siguió las claves taxonómicas de Castro & Baeza (1984) y de Deets (1986). En relación a la identificación del hirudíneo se empleó las referencias especializadas de Szidat (1972), Ocegüera-Figueroa & Pacheco-Chaves (2012) y Ruiz-Escobar & Ocegüera-Figueroa (2019). Se emplearon también las listas de verificación aportados por Fernández & Villalba (1986), Bih (2012) y Luque et al. (2016).

Procesamiento de datos y análisis estadístico

Se estimaron los índices ecológicos parasitológicos de prevalencia (P), abundancia media (AM) e intensidad media (IM) de infección de acuerdo a Bush et al.

(1997) y Bautista-Hernández et al. (2015). Se usó el índice de importancia específica (I) calculado como la importancia de cada especie parásita en el ensamblaje ecológico. $I = \text{Prevalencia} + (\text{abundancia media [numérica o volumétrica]} \times 100)$ con el fin de obtener dos índices integrados de infección (IEN = Índice de Importancia Específica Numérica e IEV = Índice de Importancia Específica Volumétrica) de ambos descriptores ecológicos (Burse et al., 2001).

Las prevalencias parasitarias mayores al 10%, es decir las especies con tipo de estrategia núcleo (mayores a 45%) y secundarias (10-45%) se determinaron según el tipo de distribución pudiendo ser al azar, agregada o contagiosa y por último uniforme. (Bego et al., 2010). De igual manera se usaron los siguientes índices: índice de dispersión (ID), índice de discrepancia de Poulin (DP) y K de la ecuación binomial negativa con su respectivo valor de Chi cuadrado (X^2) (Esch et al., 1990)

El coeficiente de correlación de Pearson se usó para determinar la relación de la longitud total (LT) del pez hospedero con la abundancia media (AM) e intensidad media (IM) de cada especie parásita. El coeficiente de correlación de Spearman fue aplicado para evaluar la asociación entre la LT versus la prevalencia de infección, transformando previamente los valores de P a raíz cuadrada de arcoseno. En todos los casos se verificó la normalidad de los datos empleando la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la modificación de Lilliefors y la homocedasticidad de varianzas en base a la prueba de Levene (Zar, 2014).

La prueba de *t* de Student se utilizó para comparar la abundancia media (AM) e intensidad media (IM) de cada parásito y el sexo del hospedero. El análisis de los parásitos en relación con la talla y el sexo del hospedero se realizó únicamente para las especies con una prevalencia mayor al 10% (Esch et al., 1990). Se empleó tablas de contingencia 2x2 para calcular el grado de asociación entre el sexo del hospedero y P% de cada parásito

mediante X^2 . Para la determinación de los estadísticos descriptivos e inferenciales fue empleado el nivel de significancia a un nivel de 0,05.

Por último, se calcularon los siguientes índices de diversidad alfa: Simpson, Shannon-Wiener, Margalef, Berger-Parker y Chao-1 (Bego & Von Zuben, 2010) para el componente comunitario parasitario para machos y para hembras. Se construyó el dendrograma con el índice cuantitativo de Morisita para comparar la similaridad entre los parásitos de los 31 especímenes de *C. callorynchus* estudiados.

Para la determinación de los índices de diversidad se usó el paquete estadístico PAST- Palaeontological Statistics ver.134 y para los estadísticos descriptivos e inferenciales se empleó el paquete estadístico Quantitative Parasitology 3.0.

Aspecto ético – consentimiento informado

No se requirió el permiso de PRODUCE (Ministerio de Producción) del Perú, debido a que el material provino de la pesquería artesanal; así como también según la UICN, la especie en estudio, *C. callorynchus*, no se encuentra catalogada como especie en peligro de extinción, sino como vulnerable. La presente investigación siguió todos los aspectos de bioseguridad necesarios en el laboratorio y de manejo de residuos biológicos y químicos.

RESULTADOS

En Perú se han reportado hallazgos sólo un par de trabajos respecto a la ictioparasitología del pejegallo (Luque & Iannacone, 1991b; Tantaleán & Huiza et al., 1994; Tantaleán, 1991; Luque, et al., 2016; Martínez, et al., 2016, y el presente estudio), sin embargo, los países restantes de América del Sur presentan una lista variada de parásitos reportados desde los años 1980s (Tabla 2). A continuación, se presenta una tabla con el resumen de registros parásitos actualizado en *Callorhinchus callorhynchus* en América del Sur, donde se añade los parásitos encontrados en la presente investigación.

Tabla 2.

Resumen de registros parásitos actualizado en Callorhinchus callorhynchus en América del Sur.

Parásito	Localización	Localidad	Referencias Bibliográficas
HIRUDINEO			
<i>Branchellion callorhynchus</i>	Superficie	Chile	Ringelet (1985)
<i>Branchellion lobata</i>	corporal	Chile	Fernández (1986), Ringelet (1985)
	Ano	Perú	Presente estudio (2021) *
<i>Branchellion</i> sp.	Superficie externa	Chile	Szidat (1972)
MONOGENEA			
<i>Callorhynchicola branchialis</i>	Branquias Y musculatura facial Musculatura del espinazo	Chile, Uruguay Perú Perú	Fernández et al. (1986) Beverly-Burton et al. (1993) Martínez et al. (2016) Presente estudio (2021)
<i>Callorhynchocotyle callorhynchi</i>	Branquias	Chile Argentina Perú	Fernández et al. (1986) Kuznetsova (1975) Presente estudio (2021)*
<i>Callorhynchocotyle marplatensis</i>	Branquias	Argentina Perú Perú Uruguay	Boeger et al. (1989) Luque & Iannacone (1991b) Tantaleán & Huiza (1994) Boeger et al. (1989)

Parásito	Sitio de Infección	Localidad	Referencias Bibliográficas
MONOGENEA <i>Callorhynchicola multitesticulatus</i>	Branquias	Argentina	Kuznetsova (1975)
CESTODA <i>Gyrocotyle rugosa</i> Sinónimo <i>Gyrocotyle plana</i>	Válvula espiral	Argentina Chile Perú	MacDonagh (1927) Fernández et al. (1986) Presente estudio (2021) *
<i>Gyrocotyle maxima</i> Sinónimo <i>Gyrocotyle meandrica</i>	Válvula espiral	Brasil Chile Perú	Rego et al. (1974) Fernández et al. (1986) Tantaleán (1991), Tantaleán & Huiza (1994)
		Uruguay	Szidat (1968)
ASPIDOGASTREA <i>Rugogaster callorhynchi</i>	Glándula rectal	Brasil	Amato & Pereira (1995)
<i>Rugogaster hydrolagi</i>	Glándula rectal	Brasil	Amato & Pereira (1995)
COPEPODA <i>Prokroyeria meridionalis</i>	Filamentos branquiales	Chile Chile Perú	Castro & Baeza (1984) Fernández et al. (1986) Presente estudio (2021)*
COPEPODA <i>Caligus teres</i>	Superficie corporal	Chile Chile	Fagetti & Stuardo (1961) Fernández et al. (1986)
ISOPODA <i>Ceratothoa sp./spp.</i>	Cavidad bucal o superficie corporal	Chile	Fernández et al. (1986)
NEMATODA <i>Anisakidae gen.sp. no id.</i>	Estómago	Perú	Presente estudio (2021) *

*Nuevos registros geográficos para Perú

Comunidad de metazoos parásitos

Se encontraron un total de 263 especímenes de metazoos parásitos en 31 *C. callorhynchus* en diversas zonas de infección como la válvula espiral, branquias y ano (Fig. 6).

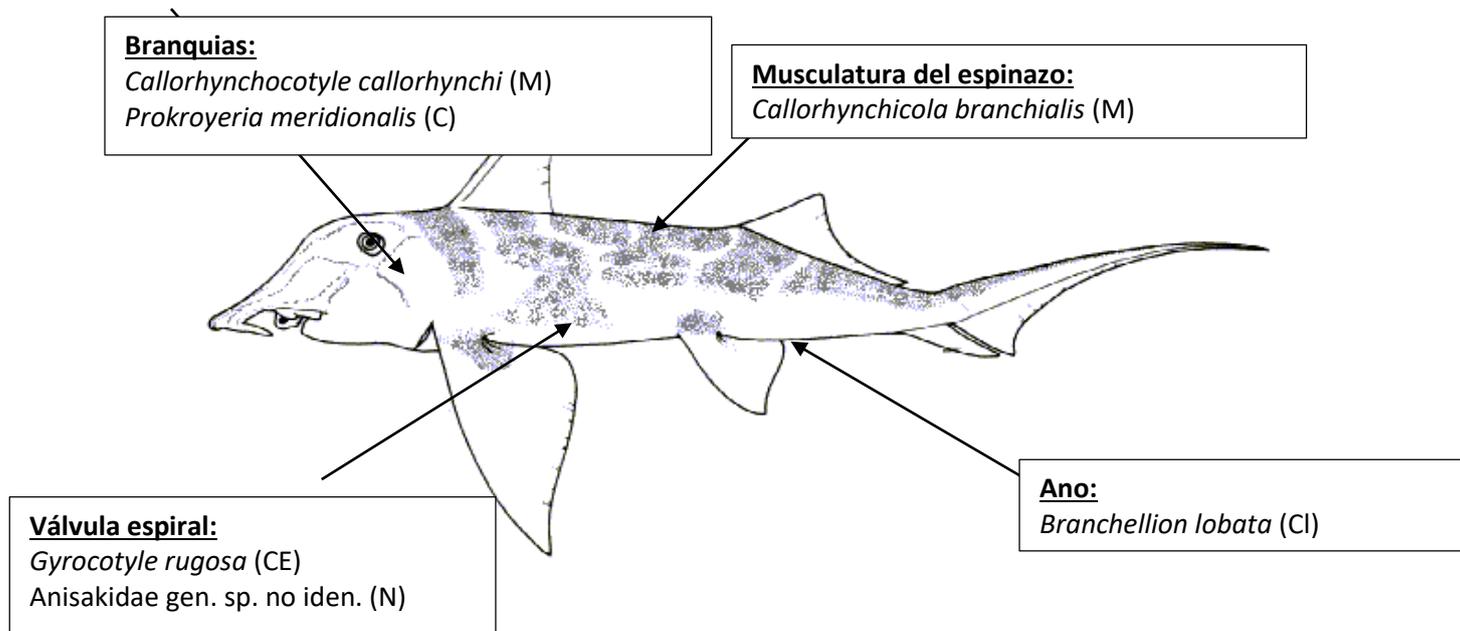


Figura 6. Esquema de *Callorhynchus callorhynchus* indicando la zona de infección y los parásitos encontrados. Metazoos parásitos agrupados en sitios de infección. (M= monogenea); (C= Copepoda); (CE = Cestoda); (CL=Clitellata) y (N= Nemátoda).

Se identificaron seis especies parásitas en los 31 peces pejejallos examinados, representados por la clase cestoda (*G. rugosa*), monogenea (*C. callorhynchi* y *C. branchialis*), copépoda (*P. meridionalis*), hirudínea (*Branchellion lobata*) y nemátoda gen. sp. no identificado (Anisakidae) (Tabla 3). Siendo los ectoparásitos *C. callorhynchi* Manter, 1955, *C. branchialis* Linnaeus, 1758, *Branchellion lobata* Moore, 1952, *Prokroyeria meridionalis* Ramírez, 1975 y el endoparásito *G. rugosa* Diesing, 1850. (Fig.7-14)



Figura 7. *Gyrocotyle rugosa*. A. Región anterior, vista ventral. B. Región posterior del cuerpo, pedúnculo con roseta, vista ventral. C. Genitalia femenina. D. Huevo liberado con microganchos. E. Huevos en el útero. a. acetábulo, de. ducto eyaculador, gs. glándula de Shell, o. ovario, p. pedúnculo, r. roseta, rs. receptáculo seminal, su, saco uterino, u. útero, v. vagina.

Tinción: Carmín acético de Semichon (A, B, C, E)

Aumento: Estereoscopio trinocular Euromex® - SB.1903.

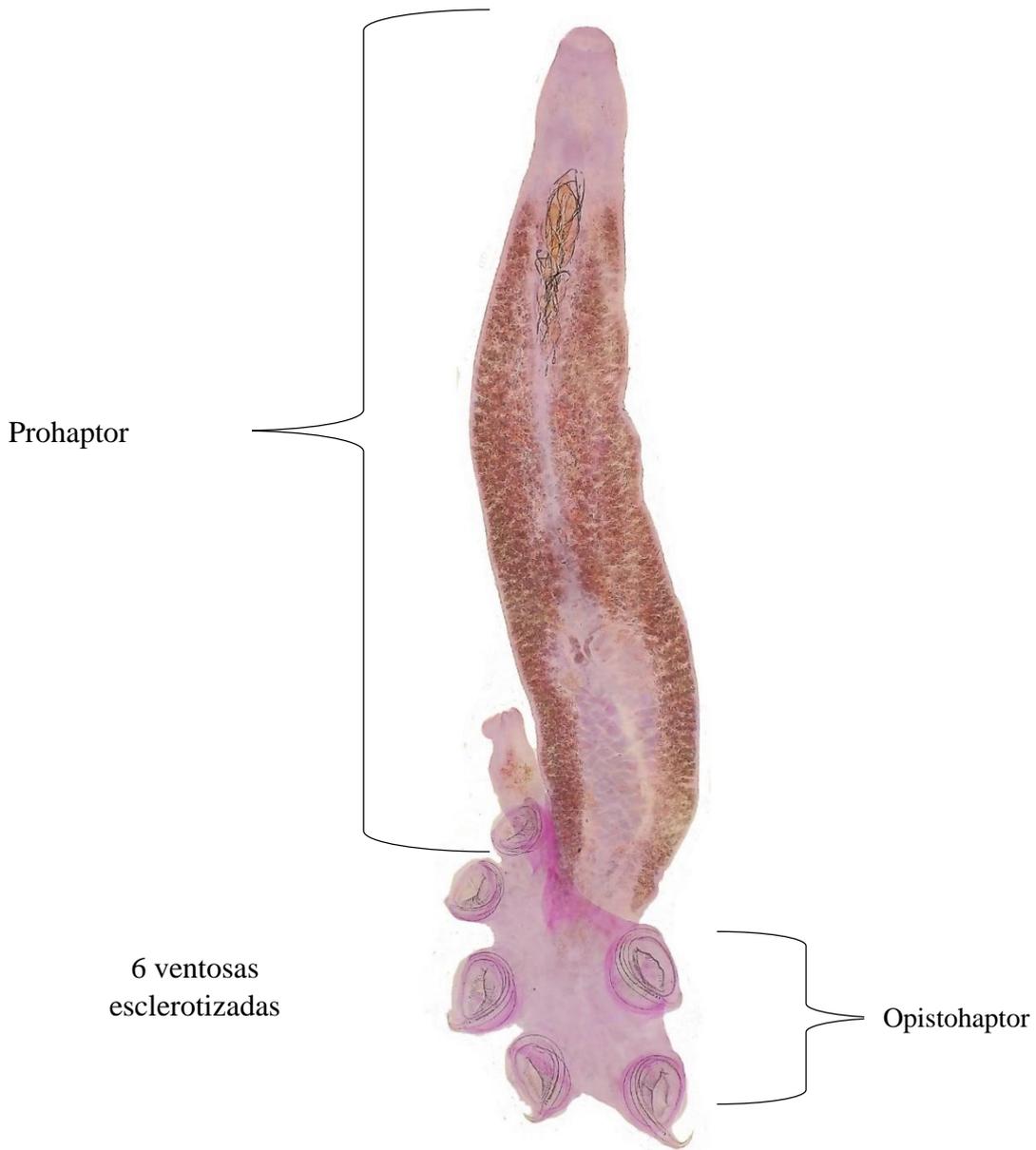


Figura 8. *Callorhynchocotyle callorhynchi*. Espécimen completo.

Tinción: Carmín acético de Semichon.

Aumento: Estereoscopio trinocular Euromex® - SB.1903.

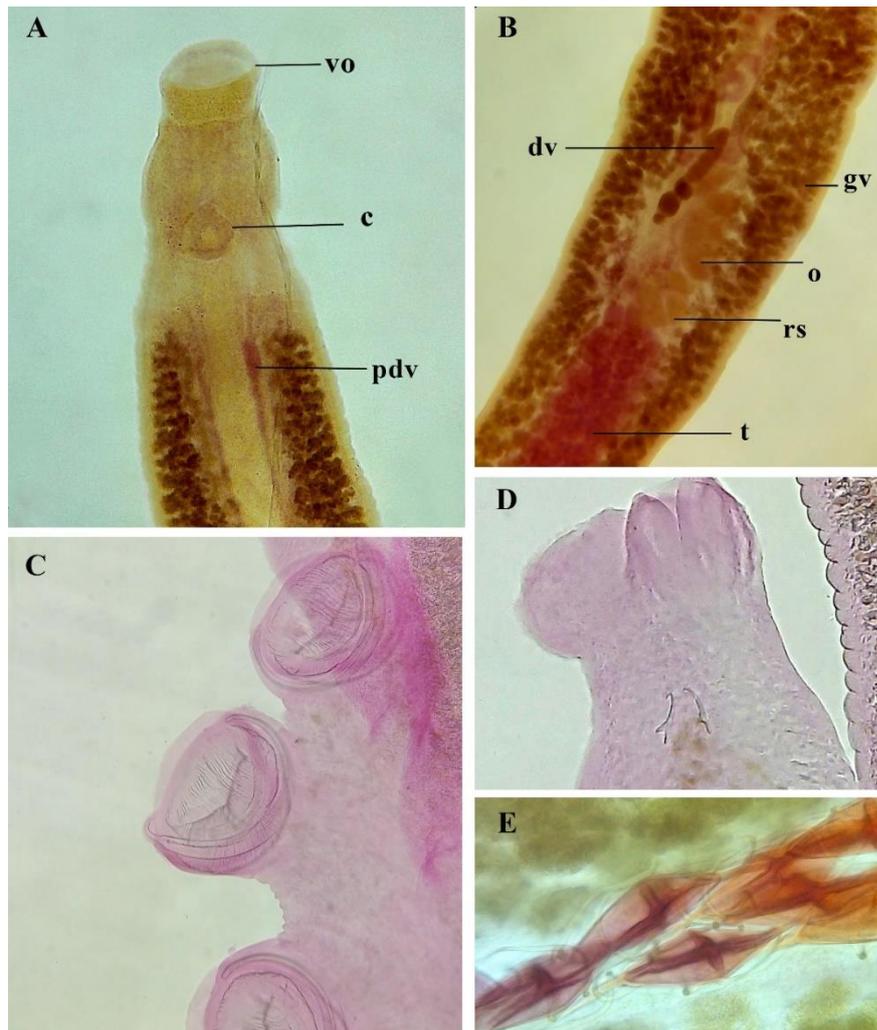


Figura 9. *Callorhynchocotyle callorhynchi*. A. Región anterior, vista ventral. B. Genitalia en la región media. C. ventosas musculares con clamps. D. Extremo terminal del pedúnculo con presencia de dos micro ganchos larvales. E. Huevos filamentosos en el útero. c. cirro, dv. ducto vitelógeno, gv. glándulas vitelógenas, o. ovario, pvs. porción distal de la vaginal, rs, receptáculo seminal, t. testículos, vo. ventosa oral.

Tinción: Carmín acético de Semichon.

Aumento: Estereoscopio trinocular Euromex® - SB.1903.

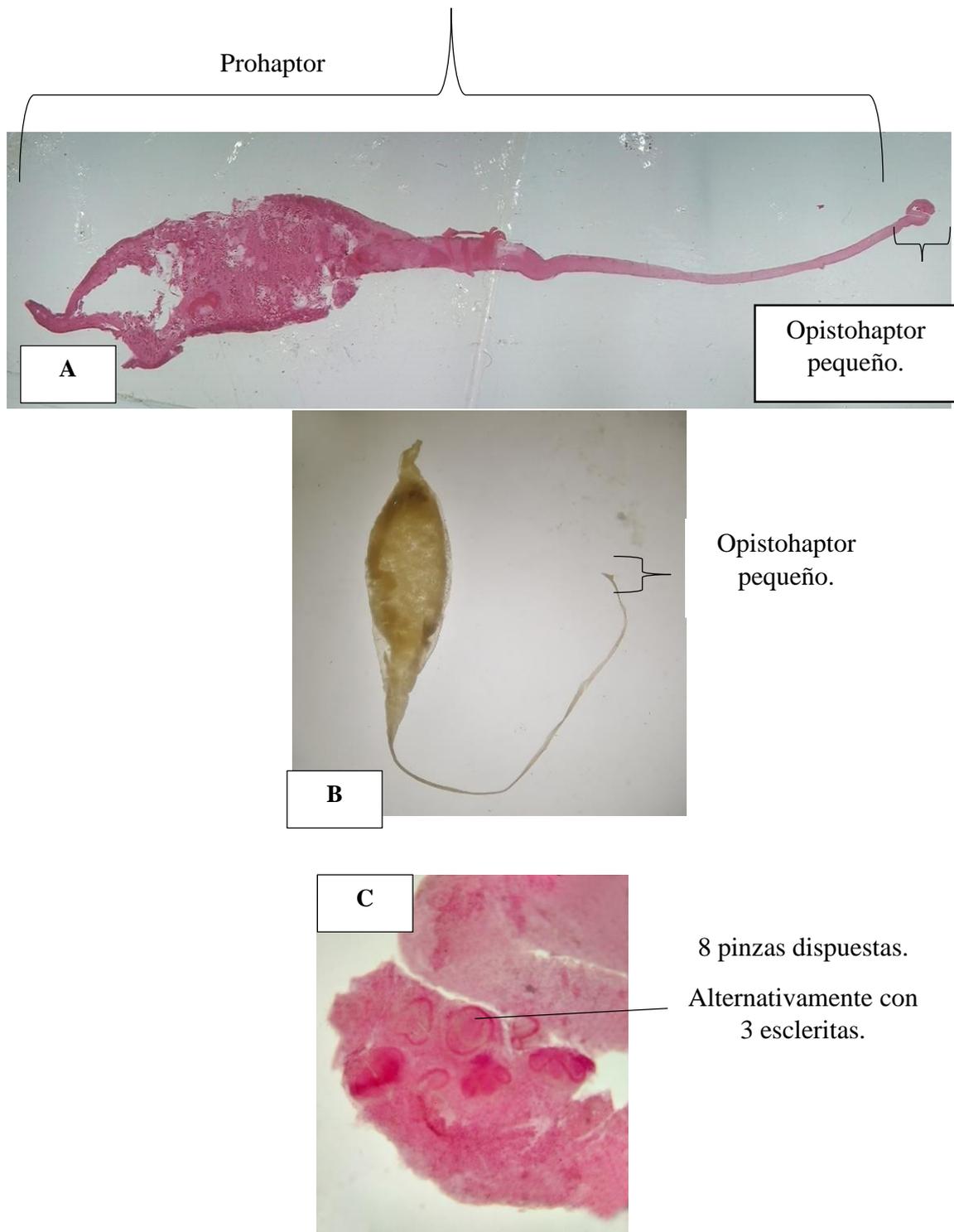


Figura 10. *Callorhynchicola branchialis*. A. espécimen completo, B. Opisthaptor con 8 pinza dispuestas alternativamente con 3 escleritas.

Tinción: Carmín acético de Semichon (A, C).

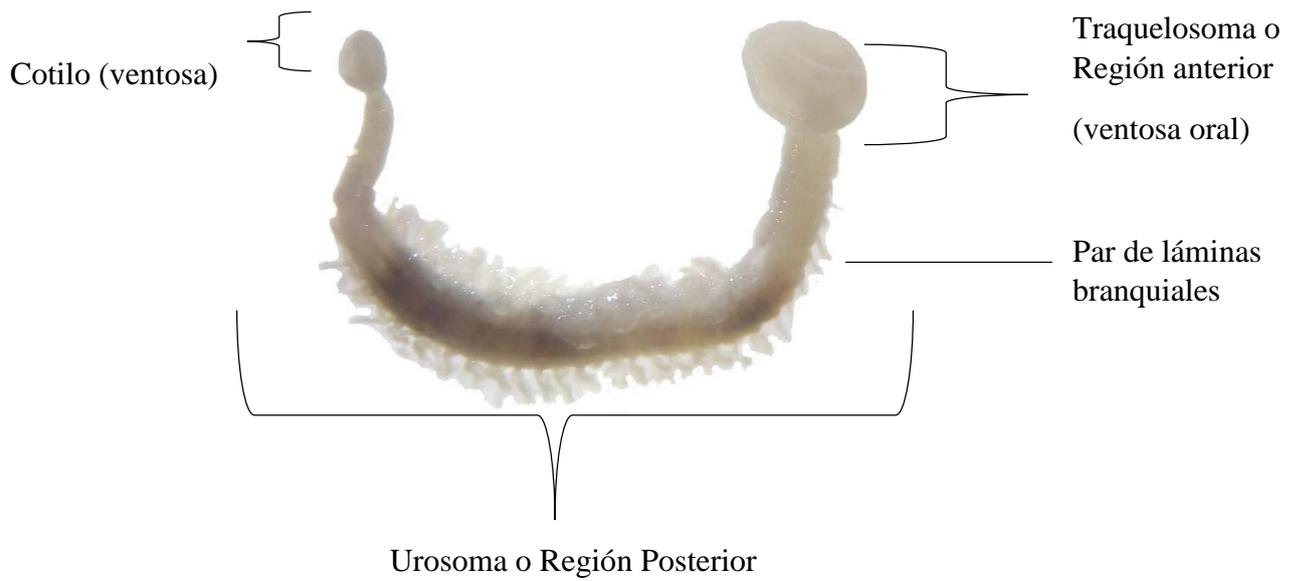
Aumento: Estereoscopio trinocular Euromex® - SB.1903.



Figura 11. *Prokroyeria meridionalis*. A. espécimen completo, B. Segundo par de antenas queladas y prensiles, C. furca y saco ovífero.

Tinción: No tuvieron tinción. Fueron aclarados con lactofenol de Amann y preservados en alcohol etílico al 70%.

Aumento: Estereoscopio trinocular Euromex® - SB.1903.



A. Especímen completo, B. Cotilo, C. Traquelosoma



Figura 12. *Branchellion lobata*.

Tinción: No tuvieron tinción. Fueron aclarados con lactofenol de Amann y preservados en alcohol etílico al 70%.

Aumento: Estereoscopio trinocular Euromex® - SB.1903.

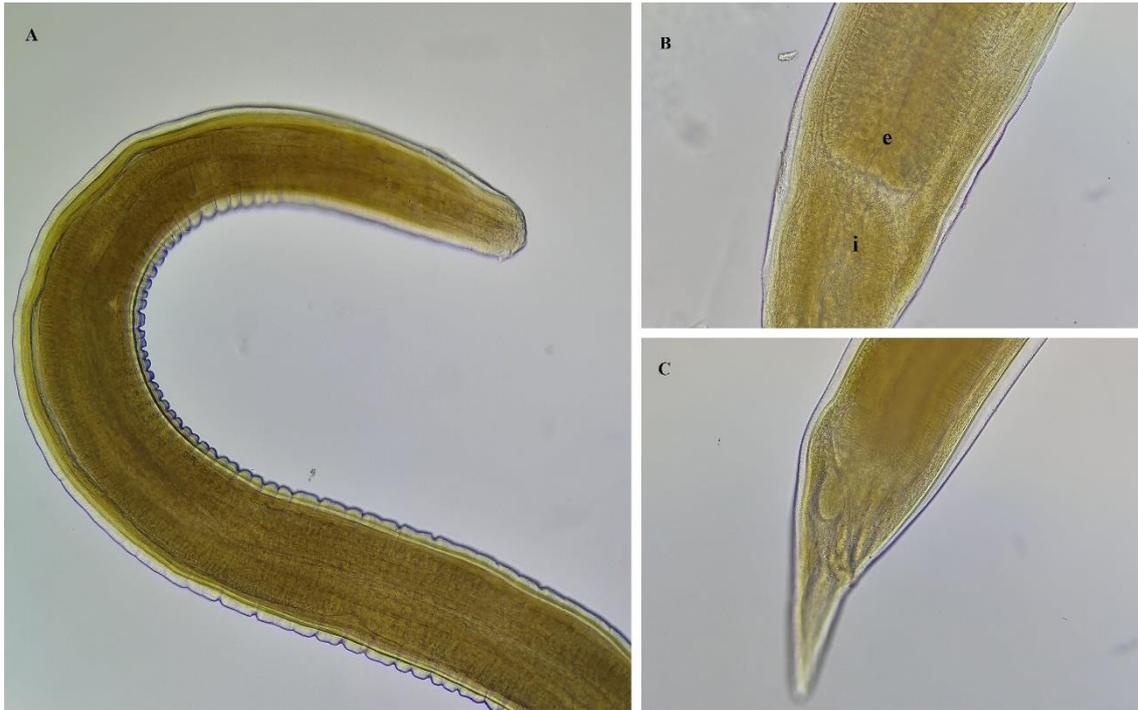


Figura 13. Anisakidae gen. sp. no ident.

A) Parte anterior del nemátodo, B) e) esófago, i) intestino C) mucrón.

Tinción: No tuvieron tinción. Fueron aclarados con lactofenol de Amann y preservados en alcohol etílico al 70%.

Aumento: Estereoscopio trinocular Euromex® - SB.1903.

De los cuales la mayor prevalencia fue presentada por el *G. rugosa* (77,42%), seguido por *C. callorhynchi* (54,84%) y finalmente por *P. meridionalis* (16,13%). *C. callorhynchi* presentó abundancia media de 6,68, seguido por el *G. rugosa* 1,26 y por último 0,36 para *P. meridionalis*. La intensidad media del cestodo el *G. rugosa* fue de 1,63 y para el monogeneo *C. callorhynchi* fue de 12,18 y para el copépodo fue 2,4. Los dos primeros evidenciaron tipo de estrategia núcleo a diferencia del *P. meridionalis*, el cual mostró estrategia secundaria y los parásitos restantes fueron tipo rara, todos estos cálculos se basaron en los valores de prevalencias estimados. (Tabla 3).

Tabla 3. Sitio de infección, prevalencia, (%) abundancia media, intensidad media, error estándar y tipo de estrategia de los metazoos parásitos en *Callorhinchus callorhynchus* procedentes de la pesca artesanal de DPA San Andrés, Pisco, Ica, Perú.

Parásito	Sitio de infección	P %	AM ± SE	IM ± SE	Tipo de estrategia
Cestoda <i>Gyrocotyle rugosa</i> *	Válvula espiral	77,42	1,26±0,15	1,63±0,17	núcleo
Copepoda <i>Prokroyeria meridionalis</i> *	Branquias	16,13	0,39±0,18	2,4±0,46	secundaria
Nemátoda Anisakidae gen. sp. no identificada*	Válvula espiral	3,23	0,06±0,06	2±0,36	rara
Clitellata <i>Branchellion lobata</i> *	Ano	3,23	0,03±0,18	1±0,18	rara
Monogenea <i>Callorhynchocotyle callorhynchi</i> *	Branquias	54,84	6,68±0,32	12,18±3,68	núcleo
<i>Callorhynchicola branchialis</i>	Musculatura del espinazo	6,45	0,06±0,44	1±0,17	rara

* Nuevo registro geográfico para Perú.

El índice de discrepancia de Poulin para el *C. callorhynchi* y *P. meridionalis* mostró valores cercanos a 1, por lo que el tipo de distribución fue agregada o contagiosa. En el caso de *Gyrocotyle rugosa* no se pudo determinar la distribución, debido a que el tamaño de la muestra fue muy pequeño y el índice de discrepancia fue bajo. (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de índices de discrepancia de Poulin de los metazoos parásitos más prevalentes encontrados en *Callorhynchus callorhynchus* procedentes de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.

Parásito	Índice de discrepancia de Poulin (ID)	K de la ecuación binomial negativa	Tipo de distribución*
<i>Gyrocotyle rugosa</i>	0,32	NA*	la muestra es demasiado pequeña para verificar el ajuste de la distribución
<i>Callorhynchocotyle callorhynchi</i>	0,78	0,22	Agregado
<i>Prokroyeria meridionalis</i>	0,85	0,13	Agregado

*NA significa que no se pudo calcular la estimación de probabilidad máxima de K (el procedimiento no convergió). La razón podría ser (entre otras) que hay muy pocos datos o que no están agregados en absoluto.

El coeficiente de correlación de Spearman se utilizó para determinar la relación entre la LT del pez hospedero y la prevalencia de cada parásito. Según los valores de Pearson, inicialmente los parásitos más prevalentes (*G. rugosa*, *C. callorhynchi* y *P. meridionalis*) presentaron valores cercanos a 0, por lo tanto, no existe correlación lineal entre las variables mencionadas. Respecto a la abundancia e intensidad tampoco presentaron asociación de rangos, el coeficiente de Pearson también fue cercano a 0, por ende, no existe relación o asociación alguna entre la longitud total y dichos parámetros parasitológicos. Así como también los valores de significancia fueron mayores al $p=0.05$ por lo cual no hubo diferencias significativas entre las variables estudiadas (Tabla 5).

Tabla 5. Valores de coeficientes de correlación (r) empleados para evaluar la relación entre la longitud total (LT) de *Callorhynchus callorhynchus* y la Prevalencia (P), Abundancia media (AM) e Intensidad media (IM) de los metazoos parásitos más prevalentes.

Parásito	Prevalencia		Abundancia		Intensidad	
	r_s (Spearman)	p	r (Pearson)	p	r (Pearson)	p
<i>Gyrocotyle rugosa</i>	0,52	0,28	-0,37	0,46	0,37	0,46
<i>Callorhynchocotyle callorhynchi</i>	0,67	0,14	0,02	0,95	0,58	0,22
<i>Prokroyeria meridionalis</i>	0,46	0,35	-0,27	0,60	0,15	0,77

p=nivel de significancia, r_s = coeficiente de correlación de Spearman, r = Coeficiente de correlación de Pearson

Según los cálculos estadísticos no hubo diferencia significativa entre el sexo de *C. callorhynchus* respecto a la prevalencia de infección de sus metazoos parásitos. Los parásitos más prevalentes (*G. rugosa*, *C. callorhynchi* y *P. meridionalis*) no presentaron comparaciones significativas con el sexo del pejegallo. La corrección de Yates sirve para corregir los posibles errores de chi cuadrado, al haber presentado valores de significancia mayores a 0,05, no existen diferencias entre las hembras y machos respecto a la prevalencia de parásitos. No se corroboraron los resultados obtenidos por la prueba de Chi cuadrado (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de chi-cuadrado (χ^2) para evaluar la relación entre el sexo de *Callorhynchus callorhynchus* vs. la prevalencia de la infección de los metazoos parásitos.

Parásito	Chi cuadrado	p	Corrección de yates	Significancia
<i>Gyrocotyle rugosa</i>	3,23	0,07	1,85	0,17
<i>Callorhynchocotyle callorhynchi</i>	0,41	0,52	0,07	0,78
<i>Prokroyeria meridionalis</i>	0,01	0,92	0,16	0,68

Chi cuadrado: χ^2 , significancia=p

La Tabla 7 señala que no existieron diferencias significativas para la abundancia media e intensidad media en relación al sexo para los tres metazoos parásitos *G. rugosa*, *C. callorhynchi* y *P. meridionalis* de *C. callorynchus*. Respecto a la Prueba de t de student no presentaron diferencia en relación a la abundancia del parásito *G. rugosa* y *Prokroyeria meridionalis* en relación con los machos y hembras, ya que los valores fueron mayores a 0,05 respectivamente. Así mismo, para *C. callorhynchi* no se cumplió la homogeneidad de varianzas, por lo cual se usó la Prueba de U de Mann Whitney.

Tabla 7. Valores de comparación de la Abundancia media e Intensidad media de los parásitos metazoos en relación al sexo del pejegallo *Callorhynchus callorynchus* procedentes del DPA de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.

Parásito	Abundancia media				Intensidad media			
	Prueba de levene		t de student		Prueba de levene		t de student	
	F	p	t	p	F	p	t	p
<i>Gyrocotyle rugosa</i>	1,29	0,26	1,53	0,13	0,00	1,00	0,00	1,00
<i>Callorhynchocotyle callorhynchi</i>	19,37	0,00	88,5*	0,23	12,16	0,00	21,0*	0,15
<i>Prokroyeria meridionalis</i>	2,71	0,11	0,69	0,49	1,83	0,26	1,95	0,14

F= prueba de Levene; t= t de student; Significancia= p, *valor calculado con la prueba de U de Mann Whitney.

La Tabla 8 nos muestra los valores de los índices de diversidad alfa, observándose en las hembras de *C. callorynchus* valores más altos en comparación a los machos para la riqueza, número de individuos, valores de Berger-Parker, Simpson y Chao-1 de la comunidad de los metazoos parásitos. En cambio, los machos de *C. callorynchus* presentaron valores más altos para la Shannon-Wiener y Equitabilidad en comparación a

las hembras. El análisis comparativo de la prueba de t de student corroboró que existieron diferencias significativas para el índice de Shannon-Wiener ($t= 5,08$, $p<0,001$) y para dominancia de Simpson ($7,77$, $p<0,001$) de los parásitos metazoos entre los peces machos y hembras de *C. callorynchus*.

Tabla 8. Índices de diversidad alfa parasitario según componente comunitario y sexo de *Callorhynchus callorynchus* procedentes de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú.

Índices	Total	machos	hembras
Riqueza	6	4	5
Individuos	263	62	201
Simpson	0,64	0,40	0,78
Shannon- Wiener	0,70	1,03	0,47
Equitabilidad	0,40	0,74	0,29
Chao-1	6	4	5
Berger Parker	0,78	0,46	0,88
Margalef	0,89	0,72	0,75

El dendrograma “análisis cluster” fue construido en base al índice cuantitativo de Morisita-Horn para determinar la similitud de los parásitos de *C. callorynchus*. Siendo los más similares Anisakidae gen. sp. no identificados, *C. branchialis* y *Branchellion lobata*, en base a la menor distancia presentada. El monogeneo *C. callorhynchi*, el más abundante de todos los parásitos colectados, presentó una mayor distancia en el dendrograma en relación al resto de los metazoos parásitos, seguido por el cestode *G. rugosa* y el copépodo *P. meridionalis* (Figura 7).

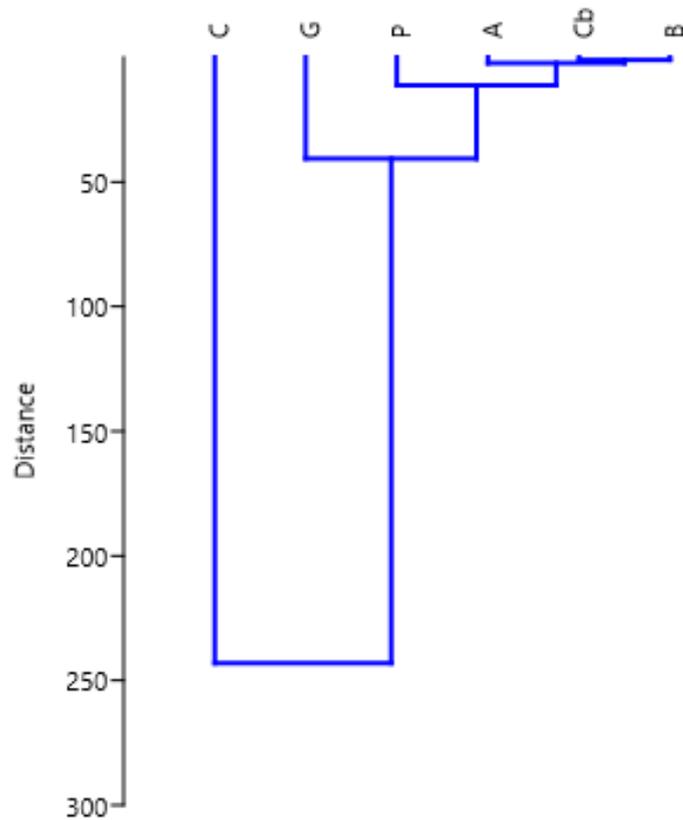


Figura 14. Dendrograma de similaridad cuantitativo en base al índice de Morisita-Horn para los parásitos metazoos del pejegallo *Callorhinchus callorhynchus* procedentes de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú. G= *Gyrocotyle rugosa*, C= *Callorhynchocotyle callorhynchi*, CB= *Callorhynchicola branchialis*, P= *Prokroyeria meridionalis*, A= Anisakidae gen. sp. no identificada, B= *Branchellion lobata*.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se determinó una comunidad de eumetazoos parásitos en *C. callorhynchus* formado por seis especies: un cestodo, dos monogéneos, un hirudíneo, un nemátodo y un copépodo (Tabla 3; Fig. 6) adquiridos del DPA de San Andrés “José Olaya” en Pisco, Ica, Perú. Luque & Iannacone, 1991 en Chorrillos, Lima encontraron el monogéneo *C. marplatensis* igual que Tantaléan & Huiza (1994). Tantaléan (1991) reportó *G. maxima* y Martínez et al. (2016) identificaron el monogéneo *C. branchialis* (Tabla 2). Sin embargo, estas no se encontraron en los especímenes analizados en este estudio, ello podría deberse al pequeño tamaño de la muestra (n=31). Pese a ello, se encontró otras especies no registradas previamente en Perú: *G. rugosa*, *Callorhynchocotyle callorhynchi*, *B. lobata*, *P. meridionalis* y *Anisakidae* sp. gen. no.id (Tabla 2).

Según los parámetros parasitológicos, la prevalencia de *G. rugosa* fue alta (77,4%) lo cual coincide con Morris et al. (2019) quienes presentaron para *G. plana* = *G. rugosa* (71,43%) en *Callorhynchus capensis* proveniente de False Bay, Sudáfrica. La mayor abundancia e intensidad media fue de *C. callorhynchi* (6,68 y 12,18), coincidiendo nuevamente con Morris et al. (2019), donde la mayor abundancia fue 1,55 y 4,79, respectivamente, a comparación de los parásitos restantes encontrados en *C. capensis* (*Gyrocotyle plana*, *C. multitesticulatus*, *A. capensis* y *Branchellion* sp.) Cabe resaltar que ellos emplearon 259 peje gallos a diferencia del presente estudio con n=31 (Tabla 3)

El tipo de estrategia para *G. rugosa* y *C. callorhynchi* fue núcleo, al presentar prevalencias mayores al 45% (Tabla 3.). Ferré-Alcántara et al. (2019) encontraron el mismo tipo de estrategia en el copépodo *Caligus aff. dubius*, parasitando al cherlo *Acanthistius pictus* (Tschudi, 1846).

Así mismo, los índices de agregación mostraron una distribución agregada para los parásitos *C. callorhynchi* y *P. meridionalis*, los cuales fueron determinados por el índice de discrepancia de Poulin (0.78 y 0.85 respectivamente). No fue el caso para *G. rugosa*, probablemente debido a los pocos datos. (Tabla 4). Ferré-Alcántara et al. (2019), también encontraron valores de discrepancia alto (0.67) y distribución agregada para *Caligus aff. dubius* en *A. pictus*.

Como señala Poulin (2007) la distribución agregada de parásitos entre sus hospederos se ha propuesto como característica general de los parásitos y metazoos, y posiblemente sea la única ley universal en la ecología de parásitos. Iannacone et al. (2012) señalan que existen varios factores que sostienen este tipo de distribución y que es típica en parásitos que infectan peces.

No hubo correlación entre la longitud total y la prevalencia de los parásitos *G. rugosa*, *C. callorhynchi* y *P. meridionalis*. Ni con la abundancia, o intensidad media de los parásitos mencionados (Tabla 5). Sin embargo, Morris et al. (2019) encontraron correlación entre la longitud total y la abundancia de *C. callorhynchi*

Respecto a la relación entre los parámetros parasitológicos y el sexo, Morris et al. (2019) presentaron dependencia de la abundancia para el *G. plana* y el sexo de los *C. capensis* de Sudáfrica, a diferencia del presente trabajo de *C. callorhynchus* de San Andrés, Ica, Perú, donde ninguno de los parásitos más prevalentes presentó correlación alguna de la abundancia y sexo: *G. rugosa*, *C. callorhynchi*, y *P. meridionalis*. Lo mismo sucedió para los valores de intensidad media (Tabla 7)

De acuerdo a los índices de diversidad alfa se han mostrado valores bajos para el índice de dominancia Simpson de los parásitos encontrados en los peces machos y en las hembras de *Genypterus maculatus* (Tschudi, 1846) “congrío” (0,45 y 0,42), *Caulolatilus princeps* (Jenyns, 1840) “pejeblanco” (0,34 y 0,35) y *A. pictus* “cherlo” (0,35 y 0,53),

respectivamente (Ferré-Alcántara et al., 2019; Minaya et al., 2020ab). Contrariamente a los resultados del presente estudio del *C. callorhynchus*, donde los valores fueron más altos para las hembras. Para Berger Parker, se vieron valores bajos, para los machos y altos para las hembras (Tabla 8), similar a lo visto por Ferré-Alcántara et al. (2019), donde los valores medios respecto a los machos fue 0,52 y hembras 0,72.

En el presente estudio los valores de biodiversidad de Shannon-Wiener fueron mayores en los machos, presentando así mayor diversidad que las hembras, similar fue el caso de Ferré-Alcántara et al. (2019) (1,32 y 1,02) y Minaya et al. (2020a) (1,31 y 1,16). Contrariamente Minaya et al. (2020b) obtuvieron una mayor diversidad de parásitos en las hembras (1,00) que en los machos en el congrio (0,92). Respecto al índice de equidad (equitabilidad o Pielou) fueron altos en los machos de *C. callorhynchus* (0,74). Para Ferré-Alcántara et al. (2019) y Minaya et al. (2020a) la equidad parasitaria mostró que las hembras fueron mayores que los machos.

Respecto al Chao-1 la cantidad de especies parásitas raras presentes en los *C. callorhynchus* muestreados para machos y hembras mostró una riqueza esperada similar a la muestrada, siendo la misma encontrada en el estudio. Por consiguiente, el esfuerzo del muestreo fue óptimo.

Iannacone (2005) sostiene que la selección de los parásitos por alguno de los sexos de los peces hospederos podría atribuirse a diferencias en las relaciones ecológicas (hábitat, comportamiento y alimentación) de machos y hembras. Los machos presentaron un índice cercano de diversidad Margalef (0.72) y riqueza específica (4) a comparación de las hembras analizadas en el presente estudio (Tabla 8.)

Los peces con menor longitud total (33,1 cm) presentaron una parasitosis alta en riqueza y diversidad, lo cual demuestra que la infección empieza desde los estadios tempranos de vida. Halvorsen & Williams (1968) especularon que las infecciones de

Gyrocotyle comienzan cuando los hospederos jóvenes comienzan a alimentarse. Sin embargo, Xylander (1989) sugirió que los peces más pequeños contienen menor abundancia de parásitos a comparación con los de mayor tamaño.

En el presente trabajo no se encontró más de una especie de *Gyrocotyle* en los hospederos estudiados, tal como lo indicó Xylander (2005), al sostener que la mayoría de los holocéfalos estudiados hasta la fecha se encuentran parasitados por una sola especie y rara vez por más de una especie de *Gyrocotyle*.

De acuerdo a Halvorsen & Williams (1967/8), el estómago es el más adecuado para el crecimiento del *Gyrocotyle*, especialmente por la cantidad de comida y espacio disponible, ya que está compuesto de vellosidades, lo cual permite una fácil adaptación por la roseta y el cuerpo lateral del cestodo. Según Williams et al. (1987), *Gyrocotyle* parece quedarse permanentemente dentro del estómago de sus hospederos para muchos años y posiblemente a lo largo de la vida del pez.

El hallazgo del monogeneo *C. branchialis* coincide con el reciente artículo de Martínez et al. (2016) con la diferencia que en el presente estudio el sitio de infección fue la musculatura cerca al espinazo, mientras que ellos lo encontraron en la cámara branquial de un *C. callorynchus* proveniente del Terminal Pesquero de Villa María del Triunfo – Lima.

Caira et al. (2012) sostiene que *Branchellion sp.* es comúnmente encontrada adherida a superficies externas y a orificios corporales de los hospederos, lo cual coincide con el material de este estudio, se encontró solo un ejemplar adherido al ano.

La parasitosis del nemátodo Anisakidae gen. sp. no. iden. en el presente estudio fue muy baja (2/31). Caira et al. (2012), indicaron que la infección de nemátodos es poco frecuente en la válvula espiral en los elasmobranquios.

La presencia de *Kroyerina meridionalis* concuerda con lo publicado por Deets (1986) quien sostiene que dicho copépodo parasita las lamelas branquiales de los holocefalos.

CONCLUSIONES

- La comunidad de metazoos parásitos del pejegallo *Callorhynchus callorynchus* procedentes de la pesca artesanal de San Andrés, Pisco, Ica, Perú está compuesta por: *Gyrocotyle rugosa*, *Callorhynchocotyle callorhynchi*, *Callorhynchicola branchialis*, *Prokroyeria meridionalis*, *Branchellion lobata* y Anisakidae gen.sp. no id.
- Las especies parásitas *Gyrocotyle rugosa* y *Callorhynchocotyle callorhynchi* presentaron prevalencias mayores al 10% siendo así especies núcleo o core y a su vez mostraron distribución agregada o contagiosa. A diferencia del copépodo *P. meridionalis* y monogeneo *Callorhynchicola branchialis* presentando estrategias secundarias, solo el Anisakidae gen no id. presentó estrategia rara.
- La prevalencia de *Gyrocotyle rugosa* fue de 77,42%, seguido por *Callorhynchocotyle callorhynchi* 54,8% y *Prokroyeria meridionalis* 16,13%. La intensidad media de *Gyrocotyle rugosa* fue de 1.63, *Callorhynchocotyle callorhynchi* 12,18, *Callorhynchicola branchialis* 1, *Prokroyeria meridionalis* 2,4. La abundancia fue 1,26 para *Gyrocotyle rugosa*, seguido por *Callorhynchocotyle callorhynchi* 6,68 y *Prokroyeria meridionalis* 0,39.
- Se comprueba que el cestodo *Gyrocotyle* es un parásito restringido a *Callorhynchus callorynchus*, siendo la válvula espiral el sitio de infección.
- No hubo relación alguna entre los índices parasitológicos (prevalencia, abundancia media e intensidad media) respecto a la longitud total del pejegallo ni comparación significativa en relación al sexo.

- Se encontraron cinco nuevos registros geográficos de parásitos para el *Callorhynchus callorhynchus* en la localidad del Perú: el cestodo *Gyrocotyle rugosa*, el copépodo *Prokroyeria meridionalis*, el monogeneo *Callorhynchocotyle callorhynchi* junto al clitelata *Branchellion lobata* y el Anisakidae gen. sp. no id.
- Se observó infección parasitaria desde los ejemplares más pequeños (33,1 cm.) hasta los de mayor tamaño (84 cm), lo cual mostró que probablemente esta afección ocurre desde etapas tempranas de vida del pez.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda ejecutar investigaciones con mayor cantidad de pejegallos y sobre todo contar con financiamiento de alguna entidad nacional como CONCYTEC; FINCYIT, a fin de tener mayor cantidad de datos para un examen mayor amplitud geográfica.
- De igual manera, se siguiere tomar datos del peso de los hospederos para evaluar la asociación del peso respecto a los parámetros parasitológicos y así tener conocimiento si existe algún grado de asociación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aedo, G., Oyarzún, C., Cubillos, L., Alarcón, R., Pedraza, M. Acuña, E., Di Giácomo, E. 2010. Estado del recurso pejegallo (*Callorhinchus callorhynchus*) y evaluación de medidas de administración. FIP 2007-35. Departamento de Oceanografía. Universidad de Concepción. Chile. 132pp.
- Alarcón, C., Cubillos, L. & Acuña, E. 2011. Length-based growth, maturity and natural mortality of the cockfish *Callorhinchus callorhynchus* (Linnaeus, 1758) off Coquimbo, Chile. *Environmental Biology of Fishes*, 92 (1): 65-78.
- Almeida, A. S. & Almeida, K. S. S. (2014). Sobre variações na técnica de tricrômico de gomori para estudo de helmintos da classe monogenoidea e família dactylogyridae. *Biológicas & Saúde*, 4(12):1-7. <http://dx.doi.org/10.25242/8868412201415>
- Alves, P.; De Chambrier, A.; Scholz, T.& Luque, J. 2017. Annotated checklist of fish cestodes from South America. *Zookeys*,650:1-205.
- Bautista-Hernández, C. E., Monks, S., Pulido-Flores, G. & Rodríguez-Ibarra, A.E. 2015. Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en estudios de caso. *Estudios en Biodiversidad*, 1:11-19.
- Bautista, F., Cuellar, J., Romero Bozzzeta, J., Valentín, N. 2019. Primer reporte de *Anisakis* spp en peces de agua dulce en Huacho, Perú. *Revista de investigaciones del Perú*, 30(4):1662-1669.
- Bandoni S. M. and D. R. Brooks. 1987. Revision and phylogenetic analysis of the Gyrocotyliidea Poche, 1926 (Platyhelminthes: Cercomeria: Cercomeromorpha). *Canadian Journal of Zoology* 65: 2369-2389.

- Basañez, M. G. & Rodríguez, D. 2004. Dinámica de transmisión y modelos matemáticos en enfermedades transmitidas por vectores. *Entomotropica*, 19(3):113-134.
- Bego, N. M. & Von Zuben, C. J. 2010. Métodos cuantitativos em parasitologia. *Jaboticabal*. Ed. FUNEP. 72 pp.
- Bernasconi, J.F, Cubillos, L.A, Acuña, E., Perier, M.R. & Di Giácomo, E.E.2015b. Crecimiento, madurez y mortalidad del pez gallo, *Callorhynchus callorynchus*, en el Golfo San Matías, Patagonia norte, Argentina. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50 (2): 283-298.
- Beverly-Burton M., Chisholm, L. & Allison, F.1993. The species of *Callorhynchicola* Brinkmann (Monogenea: Chimaericolidae) from *Callorhynchus* spp. 8 Chimaeriformes: Callorhynchidae): adult morphology and the larval haptor. *Systematic Parasitology*, 24:201-215.
- Bih S. 2012. The parasites of *Callorhynchus capensis* (St. Joseph elephant fish). Department of Zoology and Marine Research Institute, University of Cape Town, Private Bag X3, Rondebosch, Cape Town.
- Boeger, W.A & Kritsky, D.C.1989. Phylogeny, coevolution and revision of the Hexabothriidae Price, 1942 (Monogenoidea). *International Journal of Parasitology*, 19: 425-440.
- Brinkmann A Jr. 1952. Some Chilean Monogenetic Trematodes. Reports of The Lund University Chile Expedition 1948-1949. Lunds Univ, Aarssk. N.F. Avd. 2, 47 (11):1-26.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D, Lotz, J.L. & Shostak, AW. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. *Journal of Parasitology*, 83:575-583.

- Caira J.N, C.J. Healy, K. Jensen. 2012. An updated look at elasmobranchs as hosts of metazoan parasites. In: J.C. Carrier, J.A. Musick, M.R. Heithaus (eds.). *Biology of sharks and their relatives*. 2nd. Edition. crc Press, Boca Raton, Florida, 547-578.
- Caira, J.N. & Jensen, K. 2017. Planetary Biodiversity Inventory (2008-2017): Tapeworms from Vertebrate Bowels of the Earth. The University of Kansas. Museum of Natural History Special Publication N°25.
- Castro, R. & Baeza, H. 1984. *Lepeophtheirus frecuens* new species and new record of *Kroyerina meridionalis* Ramírez and new host record for *Lepeophtheirus chilensis* Wilson, 1905 (Copepoda: Siphonostomatoidae) parasitic on fishes of Chile, South America. *Bulletin of Marine Science*, 34: 197-206.
- Chirichigno, N. F. & Cornejo, R. M. 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Publicación especial del Instituto del mar del Perú. Callao, 314 pp.
- Dagit, D.D. Chiaramonte, G.E, Romero, M., Di Giácomo, E.E & Acuña, E. 2007. *Callorhynchus callorhynchus*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. [Internet]. Descargado de <www.iucnredlist.org>.
- Deets, G. 1986. Phylogenetic analysis and revisión of *Kroeyerina* Wilson, 1923 (Siphonostomatoida: Kroyeriidae), copepods parasitic on chondrichthyans, with descriptions of four new species and the erection of a new genus, *Prokroyeria*. *Canadian Journal of Zoology*, 65:2121-2148.
- Drago, F., 2017. Macroparásitos Diversidad y biología. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata (EDULP). 190 pp.
- Didier D.A, Kemper J.M. & Ebert D.A. 2012. Phylogeny, biology, and classification of extant holocephalans. Chapter 4. In: Carrier J.C. Musick J.A, Heithaus M.R. (eds.). *Biology of sharks and their relatives*, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton. 97-122.

- Di Giacomo, E. & Perier, M.R. 1994. Reproductive biology of the cockfish *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhynchidae), in Patagonian waters (Argentina). *Fishery Bulletin*, 92:531-539.
- Di Giacomo, E. & Perier, M. 1996. Feeding habits of cockfish, *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali, Callorhynchidae) in Patagonian waters (Argentina). *Marine and Freshwater Research*, 47:801-808.
- Eiras J.; Takemoto, R. & Pavanelli, G. (2006). Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. Brasil. 2º ed. *Maringá: Eduen*, 1: 1-199.
- Esch, G. W.; Shostak, A. W.; Marcogliese, D. J. & Goater, T. M. 1990. Patterns and process in helminth parasite communities: an overview. In: Esch, G.; Bush, A.C. & Aho, J. (Eds). *Parasite Communities: Patterns and processes*. Chapman and Hall. New York. 19 p.
- Ferré-Alcántara, Rojas-Zamora, A, Minaya, D.& Iannaccone, J.2019. Ecología parasitaria en el cherlo *Acanthistius pictus* (Tschudi, 1845) (Osteichthyes: Serranidae), procedente del norte del Perú. *Neotropical Helminthology*, 13 (2): 359-372.
- Fernández, J.C., Villalba, C.S. & Alviña, A. 1986. Parásitos del pejegallo, *C. callorhynchus*, en Chile: aspectos biológicos y sistemáticos. *Biología Pesquera*, 15:63-73.
- Freer, D.W. L & Griffiths, C.L.1993. Estimation of age and growth in the St. Joseph *Callorhynchus capensis* (Dumeril). *South African Journal of Marine Science*,13:75-81
- Halvorsen, O., and Williams, H.H.1967/8. Studies on the helminth fauna of Norway, IX. Gyrocotyle (Platyhelminthes) in *Chimaera monstrosa* from Oslo, Fjord, with

emphasis on its mode of attachment and a regulation in the degree of infection. *Nytt Magasine for Zoologi*, 15:130-14

Imarpe & Japan Deep Sea Trawlers Association.2009. *Libro de Peces de Aguas Profundas*. Perú- Japón.355 pp.

Iannacone, J., Morón L. Guizado, S.2010b. Variación entre años de la fauna de parásitos metazoos de *Sciaena delicosa* (Tschudi,1846) (Perciformes: Sciaenidae) en Lima, Perú. *Latin American Journal of Aquatic Research*,38: 218-226,

Iannacone, J., Sánchez, V., Olazábal, N., Salvador, C., Alvarino, L. & Molano, J. 2012. Ecological indices of parasites of *Scartichthys gigas* (Steindachner, 1876) (Perciformes: Blenniidae) of the coasts of Lima, Peru. *Neotropical Helminthology*, 6: 191-203.

Karlsbakk, E., Aspholm, P.E., Berg, V. Hareide, N.R.& Berland, B.2002. Some parasites of the smalleyed rabbitfish, *Hydrolagus affinis* (Capello,1867) (Holocephali), caught in deep waters off SWGreenland. *Sarsia*, 87: 179-184.

Kitamura, A., Ogawa, K, Taniuchi, T & Hirose, H.2006. Two new species of hexabothriid monogeneans from the ginzame *Chimaera phantasma* and shortspine spurdog *Squalus mitsukurii*. *Systematic Parasitology*, 65:151-159.

Lamilla, J., Acuña, E., Araya, M., Oliva, M., Kong, I., Villaroel, J.C. Hernández, S., Concha, F. Vogler, R., Bustamante, C.& Mutche, E.2005. Lineamientos básicos para desarrollar el Plan de Acción Nacional de Tiburones. Informe Final Proyecto F.I.P. N°2004-18. 2 Volúmenes+ 7 Anexos.

Lin, A.H 2015. IgE. Sensitization to the fish parasite *Anisakis simplex* in Norway. PHD Thesis. Norway: University of Bergen. 33p.

- López, H., San Román, N. & Di Giacomo, E. 2000. On the South Atlantic distribution of *Callorhinchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhynchidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 16: 39. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2000.00142.x>
- Luque, J.; Cruces, C.; Chero, J.; Paschoal, F.; Alves, P.; Da Silva, A.; Sánchez, L. & Iannaccone, J. 2016. Lista de Verificación de los metazoos parásitos de peces de Perú. *Neotropical Helminthology*, 10: 301-375.
- Luque, J.; Iannaccone, J. 1991. Some monogenoidea parasitic on Peruvian marine fishes, with description of *Anoplocotyloides chorrillensis* new species and new records. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, Vol. 86 (4): 425-428
- MacKenzie, K. & Abaunza, P. 2005. Parasites as biological tags. In: Cadrin, S.X.; Friendland, K.D. & J.R. Waldamn, J.R: (Eds) Stock identification methods: Applications in Fisheries Science. MA.USA. *Elsevier Academic Press*, 211-226.
- Manter H.W. 1955. Two new monogenetic trematode from elephant fishes (*Callorhinchus*) from South Africa and New Zealand. *Essays in the Natural Sciences in honor of Captain Hancock*. University of Southern California Press, Los Angeles, 211-220.
- Martínez, R., Tantaleán, M., Mondragón-Martínez, A., Pulido, E. & Delgado, A. 2016. Nuevos reportes de monogeneos en peces marinos de la costa peruana. *Peruvian Journal of Parasitology*, 24: 1-10.
- Mattiucci S, Paoletti M, Cipriani P, Webb SC, Timi JT, Nascetti G. 2017. Inventorying biodiversity of anisakid nematodes from the austral region: a hotspot of genetic diversity? In: Biodiversity and evolution of parasitic life in the Southern Ocean. *Springer International Publishing*. 109-140 pp.

- Morris, T., Van der Ploeg, J., Bih, S., Van der Lingen, C. & Reed, C. 2019. Parasite community structure as a predictor of host population structure: An example using *Callorhinchus capensis*. *Parasites and Wildlife* 8:208-255.
- Morris, T., Avenant-Oldewage, A., Lamberth, S. & Reed, C. 2016. Shark parasites as bio-indicators of metals in two South African embayments. *Marine Pollution Bulletin*, 104: 221-228.
- Minaya, D., Alvariño, L., Iannaccone, J., Alvariño L., Iannaccone J. 2020. Component community of helminth parasites in black cuskell *Genypterus maculatus* (Tschudi, 1846) from north Peru. *Annals of Parasitology*, 66(3), 347-355.
- Minaya, D., Alvariño, L., Iannaccone, J., Rodríguez-Santiago M. 2020. Community of eumetazoan parasites in ocean whitefish *Caulolatilus princeps* (Jenyns, 1840) (Perciformes, Malacanthidae) off north Peru. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 15 (2): 133-142.
- Muñoz, G & Olmos, V. 2007. Revisión bibliográfica de especies ectoparásitas y hospedadoras de sistemas acuáticos de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42 (2); 89-148.
- Oceguera-Figueroa, A. & Pacheco-Chaves, B. 2012. Registros de sanguijuelas de Costa Rica y clave para la identificación de las especies con redescipción de *Cylicobdella costaricae*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 946-957.
- Oceguera-Figueroa, A. & León-Régagnon, O. 2014. Biodiversidad de sanguijuelas (Annelida: Euhirudinea) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 183-189.

- Poddubnaya, L; Kuchta, R. & Scholz, T. 2015. Ultrastructure of the anterior organ and posterior funnel-shaped canal of *Gyrocotyle urna* Wagener, 1852 (Cestoda: Gyrocotylidae). *Folia Parasitologia*, 62:027.
- Poulin, R. 2007. The structure of parasite communities in fish hosts: ecology meets geography and climate. *Parassitologia*, 49:169-172.
- Poulin, R. 2014. Parasite biodiversity revisited frontiers and constraints. *International Journal for Parasitology*, 44: 581-589.
- Produce, 2014. Plan de Acción Nacional para la Conservación y ordenamiento de tiburones, rayas y especies afines en el Perú (Pan Tiburon-Perú). 44pp.
- Ringuelet RA. 1985. A synopsis of the Chilean Hirudinea (Annelida). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 56: 163-180.
- Ruiz-Escobar, F., Ocegüera-Figueroa. 2019. A new species of *Branchellion* Savigny, 1822 (Hirudinida: Piscicolidae), a marine leech parasitic on the giant electric ray *Narcine entemedor* Jordan & Starks (Batoidea: Narcinidae) off Oaxaca, Mexico.
- Smit, N., Bruce, N. & Hadfield, K. 2019. Parasitic Crustacea. State of Knowledge and Future Trends. *Zoological Monographs* 3. Springer. Vol 3. Germany.
- Szidat, L. 1972. Über zwei arten der Hirudineen-gattung *Branchellion* savigny, 1820, von der haut des Elephanten-fisches *Callorhynchus callorhynchus* l. der chilenischen pazifik-küste. *Studies on Neotropical Fauna* 7, 187-193.
- Tantaleán, M & Huiza, A. 1994. Sinopsis de los parasitos de peces marinos de la costa peruana. *Biotempo*, 1, 53-101.
- Tantaleán, M. 1991. Nuevos helmintos parásitos en peces elasmobranquios de la costa peruana. *Boletín de Lima*, 13, 25-28.

- Vaughan D. & Christison, 2012. Towards addressing the current state of confusion within the Hexabothriidae Price, 1942 (1908): *Callorhynchocotyle* Suriano & Incorvaia, 1982 (Monogenea: Hexabothriidae) re-visited, with the preliminary evaluation of novel of parameters for measuring haptoral armature of hexabothriids. *Zootaxa*, 3229:1-34.
- Xylander, W.R.R 1987. Ultrastructure of the lycophora larva of *Gyrocotyle urna* (Cestoda, Gyrocotilidea). II. Receptors and nervous system. *Zoologischer Anzeiger*, 219:239-255.
- Xylander, W.R.R..2005. Gyrocotylidea (unsegmented tapeworms). In *Marine Parasitology*. K. Rohde (ed.). CSIRO Publishing Melbourne and CABI Wallingford Oxon, UK, 89-92 pp.
- Williams, H. H., Colin J. A. & Halvorsen, O. 1987. Biology of gyrocotylideans with emphasis on reproduction population ecology and phylogeny. *Parasitology*, 95:173-207.

ANEXOS

18.1 Constancia de depósito de muestras biológicas



**Universidad Nacional
Federico Villarreal**



CONSTANCIA DE DEPÓSITO DE MUESTRAS BIOLÓGICAS

Lima, 24 de enero del 2020
(AUT-ICD-2017-008)

042-2020

El Dr. José Alberto Iannacone Oliver, en calidad de Jefe del Museo de Historia Natural de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática – Universidad Nacional Federico Villarreal emite esta constancia por el cual certifica que se ha realizado el depósito de muestras biológicas autorizadas por Resolución N°476-2019-MINAGRI- SERFOR-DGGSPFFS en el marco del estudio "COMUNIDAD DE METAZOOS PARÁSITOS DEL PEJE GALLO *Callorhynchus callorhynchus* LINNAEUS 1758 (CHIMAERIFORMES: CALLORHINCHIDAE) CAPTURADOS POR PESQUERÍA ARTESANAL EN SAN ANDRÉS, ICA, PERÚ. La identificación taxonómica y código de depósito es como sigue (CODIGO INICIO: MUFV:ZOO HPIA 177 CÓDIGO FINAL: MUFV:ZOO HPIA 182).

Colección	Código	Código de ingreso	Phylum	Clase	Familia	Género/ Especie	hospedero
MUFV:ZOO	HPIA	177	Platyhelminthes	Cestoda	Gyrocotylidae	<i>Gyrocotyle rugosa</i>	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>
MUFV:ZOO	HPIA	178	Platyhelminthes	Monogenea	hexabothriidae	<i>Callorhynchicotyle callorhynchi</i>	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>
MUFV:ZOO	HPIA	179	Platyhelminthes	Monogenea	Chimaericolidae	<i>Callorhynchicola branchialis</i>	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>
MUFV:ZOO	HPIA	180	Annelida	Clitellata	Piscicolidae	<i>Branchellion lobata</i>	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>
MUFV:ZOO	HPIA	181	Nematoda	Chromadorea	Anisakidae	no id	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>
MUFV:ZOO	HPIA	182	Arthropoda	Hexanauplia	Kroyeriidae	<i>Prokroyeria meridionalis</i>	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>